CAPACITAÇÃO EM ROBÓTICA INDUSTRIAL

PESSOAS, METODOLOGIAS E DESAFIOS

2ª EDIÇÃO

Editora Poisson

José Cavalcante Lacerda Junior
Vitor Bremgartner da Frota
Carlos Wagner Alves do Nascimento
Reysane Santos de Oliveira
(Organizadores)

LG
inova POLO DE INOVAÇÃO IFAM
FAEPI
INSTITUTO FEDERAL
Amazonas
Campus Manaus-Distrito Industrial

Organizadores
José Cavalcante Lacerda Junior
Vitor Bremgartner da Frota
Carlos Wagner Alves do Nascimento
Reysane Santos de Oliveira

Capacitação avançada em robótica industrial: pessoas, metodologias e desafios

2ª Edição

Belo Horizonte
Editora Poisson
2026

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MSc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C236
Capacitação avançada em robótica industrial: pessoas, metodologias e desafios / Organização: José Cavalcante Lacerda Junior , Vitor Bremgartner da Frota, Carlos Wagner Alves do Nascimento, Reysane Santos de Oliveira, – Belo Horizonte– MG: Editora Poisson, 2026

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5866-605-9
DOI: 10.36229/978-65-5866-605-9
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1.Robótica 2.Educação I. LACERDA JUNIOR, José Cavalcante II. FROTA, Vitor Bremgartner da III. NASCIMENTO, Carlos Wagner Alves do IV. OLIVEIRA, Reysane Santos de IV.Título

CDD-620

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896

O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.
Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Esse e outros títulos podem ser baixados gratuitamente em www.poisson.com.br
Entre em contato pelo contato@poisson.com.br

Organizadores

José Cavalcante Lacerda Junior

Graduado em Filosofia, Psicologia e Pedagogia. Especialista em Psicologia Jurídica, Saúde Mental e Metodologias Ativas de Aprendizagem para Ensino Vocacional e Tecnológico. Mestre em Educação em Ciências na Amazônia. Doutor em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Pesquisador e Líder do Grupo de Pesquisa Tecnologia, Educação e Meio Ambiente - TEMA. Possui interesse em assuntos relacionados a juventudes amazônicas, educação ambiental na cidade e educação profissional e tecnológica. Atualmente é professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia no Amazonas nos cursos técnicos e no Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica – ProfEPT.

Vitor Bremgartner

Doutor em Informática na área de Inteligência Artificial Aplicada à Educação pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), no Instituto de Computação, com conceito Capes 6, com graduação em Engenharia da Computação e ampla experiência nas áreas de Capacitação avançada em robótica industrial: pessoas, metodologias e desafios Cultura Maker, Robótica Educacional e Industrial, Internet das Coisas, Impressão 3D e Metodologias Ativas de Ensino. Professor de Informática no Instituto Federal do Amazonas (IFAM). Também é docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) do IFAM, pesquisador do Polo de Inovação do IFAM (INOVA) e membro da Rede Maker: O Aprender Fazendo da Rede Federal. Atua como docente e pesquisador, com relevante produção acadêmica, participação em projetos de inovação tecnológica e extensão universitária voltados para o desenvolvimento científico e social da região amazônica.

Carlos Wagner Alves do Nascimento

Possui graduação em Engenharia de Controle e Automação pela Universidade do Estado do Amazonas (2016), MBA em Gestão de Projetos pela FUCAPI (2018), Especialização em Data Science pelo ITEAM (2021). Atualmente é Supervisor de Engenharia de Projetos na LG *Electronics.* Mais de 10 anos de experiência em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação nas áreas de Robótica, Mecatrônica e Automação, com ênfase em Indústria 4.0, IoT, IIOT, Microcontroladores e Microcomputadores, Sistemas Cyber-Físicos, Eletrônica Digital e Analógica, Design Mecânico, Manufatura Aditiva, e Processamento Digital de Imagens. Mais de 3 anos de experiência no ramo Industrial Eletrônico na área de SMD, NPI, Manutenção e Engenharia de Processo/Produto, e 4 anos atuando na Gestão de pessoas e projetos. Professor de Ensino Superior na área de Engenharia e suas Tecnologias.

Reysane Santos de Oliveira

Graduada em Engenharia de Controle e Automação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM). Analista de PD&I DX/GR Team, da LG *Electronics*.

Prefácio

Prefaciar o livro *Capacitação em Robótica Industrial: Pessoas, Metodologias e Desafios* é um convite para compreender a interlocução entre as diversas tecnologias que mobilizam a Robótica Industrial com a formação humana que atravessa um curso de capacitação. Seu horizonte não está restrito a caracterizar ou apresentar equipamentos, linguagens ou arquiteturas que fundamentam um curso de capacitação, mas direciona-se para compreender o processo de quem aprende, ensina e atua nessa atividade, uma dimensão que muitas vezes é invisível ao público, mas que tecem e mobilizam inúmeras relações.

Organizado a partir de experiências formativas, de pesquisas acadêmicas e práticas pedagógica, o livro destaca as pessoas que mobilizaram o curso de capacitação e explora as metodologias ativas que engendraram o fazer educativo. Ao abordar os desafios que atravessam o contexto da robótica industrial oferece um roteiro que pode ser disseminado e propagado em uma educação atenta ao contexto e na maneira de produzir conhecimentos com e pelos alunos.

Sendo assim, o livro "*Capacitação em Robótica Industrial: pessoas, metodologias e desafios* é fruto de um curso intensivo em que equipes de alunos enfrentaram problemas reais, propostos por uma empresa, e transformaram aprendizado em soluções concretas. Cada capítulo reflete não apenas o domínio técnico adquirido, mas também a criatividade, a colaboração, a coragem de inovar e as vivências produzidas pelos atores em uma rede formativa.

Toda essa experiência só foi possível pela articulação entre o Instituto Federal do Amazonas (IFAM) e a Empresa LG Electronics com mediação da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa, Extensão e Interiorização do IFAM (FAEPI).

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) é uma instituição pública de ensino superior e técnico voltada para o desenvolvimento científico e tecnológico da Amazônia. Com mais de um século de existência, sua origem remonta à Escola de Aprendizes e Artífices, criada em 1909, ampliando-se no decorrer dos anos a oferta de cursos técnicos, tecnológicos, licenciaturas e pós-graduação, atuando como agente estratégico na formação de profissionais e na interiorização da educação tecnológica. Nos últimos anos, com a criação do INOVA (Polo de Inovação).

Com muito orgulho que tenho desde o primeiro dia em que passei a fazer a parte desta família, a FAEPI, que iniciou como FUNCEFET-AM em 1994, surgiu como uma iniciativa estratégica para ampliar o alcance das ações do IFAM, oferecendo suporte administrativo e financeiro a projetos acadêmicos e científicos. Com sede em Manaus e atuação nacional e internacional, a fundação consolidou-se ao longo de mais de duas décadas como parceira essencial na execução de programas de ensino, pesquisa e extensão, além de fomentar a interiorização da educação tecnológica no Amazonas. Ao celebrar seus 24 anos de história, a FAEPI reafirma seu papel de catalisadora da inovação e da formação de capital humano, contribuindo para o fortalecimento das instituições federais de ensino superior e científico-tecnológicas na Amazônia

Prefácio

E ainda, nessas interações encontra-se um ator fundamental de mobilização dessa interlocução: a DX LG Academy. Esta iniciativa surgiu em Manaus em 2023, com o propósito de formar profissionais especializados em transformação digital. O programa foi concebido para suprir a crescente demanda por mão de obra qualificada em áreas como inteligência artificial, aprendizado de máquina e automação industrial, proporcionando cursos gratuitos voltado para estudantes e profissionais de tecnologia residentes na Amazônia. Desde sua criação, a iniciativa tem contribuído para o fortalecimento do capital intelectual da região, promovendo a integração entre academia e indústria e ampliando a competitividade tecnológica local.

As relações forjaram o Curso Capacitação em Robótica Industrial. As relações entremearam a produção deste livro. O leitor encontrará aqui um mosaico rico: desde reflexões sobre gestão de equipes e a presença das mulheres na robótica, até metodologias ativas que potencializam o ensino. Os capítulos dedicados aos times revelam projetos práticos — sistemas de inspeção, rastreabilidade, detecção de falhas — que demonstram como teoria e prática se entrelaçam.

Há ainda espaço para discutir os desafios únicos da robótica na Amazônia e as barreiras enfrentadas na prática acadêmica e técnica. Esses temas ampliam o horizonte e lembram que a inovação não acontece em laboratórios isolados, mas em contextos vivos, cheios de particularidades.

Este livro não é apenas um registro de resultados. É um convite para refletir sobre como formar profissionais capazes de unir conhecimento, sensibilidade e visão de futuro. Que cada página inspire o leitor a enxergar a robótica não apenas como uma disciplina técnica, mas como um campo humano, dinâmico e transformador.

Luana Marinho Monteiro

Diretora Geral da FAEPI

Agradecimentos

Aos nossos parceiros e apoiadores do Projeto Capacitação Avançada em Robótica Industrial 2.0 pelo empenho e confiança no projeto:

- LG Electronics do Brasil LTDA;
- Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA);
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM);
- Polo de Inovação do IFAM (INOVA);
- Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa, Extensão e Interiorização do IFAM (FAEPI).

Aos nossos gestores, professores e alunos do projeto pela dedicação, compromisso e responsabilidade para com o projeto e com a sociedade.

SUMÁRIO

Capítulo 1: Pessoas: gestão e equipe docente do projeto 10

José Cavalcante Lacerda Junior, Marlos André Silva Rodrigues

DOI: 10.36229/978-65-5866-605-9.CAP.01

Capítulo 2: Presença das mulheres na robótica industrial: desafios e perspectivas .. 27

Brenda Lima Cezar, Lawany da Silva Souza, Luzmarina Souza de Siqueira, Thais Oliveira de Melo, José Pinheiro de Queiroz Neto, José Cavalcante Lacerda Junior

DOI: 10.36229/978-65-5866-605-9.CAP.02

Capítulo 3: As metodologias ativas no curso de robótica avançada 37

José Pinheiro de Queiroz Neto, Adriana Gama do Nascimento Maia

DOI: 10.36229/978-65-5866-605-9.CAP.03

Capítulo 4: Sistema de detecção de defeito na montagem do parafuso de fixação de motor 47

Alexsander Alves dos Santos, Andrew Costa Pereira, Arleson Bruno Gama Pinto, Benedito Sávio Ferreira Lobato, Izaquias Silva de Paula

DOI: 10.36229/978-65-5866-605-9.CAP.04

Capítulo 5: Inspeção de solda em placa SMD 61

Fabian Carvalho Cavalcante, Cristiano Marcolino Nascimento, Cristiano da Silva de Brito, Marlison de Melo Rodrigues

DOI: 10.36229/978-65-5866-605-9.CAP.05

Capítulo 6: Sistema de dupla leitura de código de barras 74

Pedro Queiroz Gonçalves Filho, Ricardo Feijó Bandeira, Wandy da Silva Moura, Marlei de Souza Xavier

DOI: 10.36229/978-65-5866-605-9.CAP.06

Capítulo 7: Sistema de inspeção visual para detecção automática de amassamentos em serpentinas de trocadores de calor 88

Fernando Vinícius Azevedo Oliveira Pacheco, Gabriel Almeida Santos de Oliveira, Lawany da Silva Souza, Luzmarina Souza de Siqueira, Paulo Henrique Batista Gomes

DOI: 10.36229/978-65-5866-605-9.CAP.07

SUMÁRIO

Capítulo 8: Sistema inline de leitura automática de códigos 1D/2D para rastreabilidade de aparelhos de TV..... 101

Brenda Lima Cezar, Fábio André da Frota Lima, Helmer Araújo Rodrigues, Henrique da Rocha Andrade, Luís Gustavo Corrêa

DOI: 10.36229/978-65-5866-605-9.CAP.08

Capítulo 9: Sistema de inspeção visual para detecção de componentes ausentes em unidades condensadoras..... 116

Edinaldo Falcão da Silva Júnior, Jander Flan Fonseca Moraes, Roberto Peres Junior, Thaís Oliveira de Melo

DOI: 10.36229/978-65-5866-605-9.CAP.09

Capítulo 10: Desafios da robótica na Amazônia 130

Vitor Bremgartner da Frota, Anderson Gadelha Fontoura

DOI: 10.36229/978-65-5866-605-9.CAP.10

Capítulo 11: Desafios da prática (técnica e acadêmica) da robótica em um curso de capacitação..... 134

Vitor Bremgartner da Frota, Anderson Gadelha Fontoura

DOI: 10.36229/978-65-5866-605-9.CAP.11

CAPÍTULO

01 Pessoas: gestão e equipe docente do projeto

José Cavalcante Lacerda Junior[1], Marlos André Silva Rodrigues[2]

As rápidas mudanças tecnológicas engendram significativas transformações no contexto da indústria, principalmente, no que se refere ao modo de produção dos bens. Essa condição está associada, principalmente, pela integração da Internet das Coisas (IoT), de Inteligências Artificiais (IAs), da Big Data e pela robótica (Gonçalves, 2024). No caso da Robótica Industrial, o emprego de novas linguagens e códigos de programação, a automatização de processos e o uso de materiais nanoestruturais incidem à robótica um refinamento contínuo e ininterrupto.

O pensador contemporâneo Hans Jonas indica que temos como destinação a técnica (Jonas, 2013). A dimensão técnica não se constitui somente como um atributo contingente, mas como expressão da própria vocação humana. A afirmação de que a pessoa é um ser técnico, demonstra a trajetória histórica da humanidade de intervir por intermédio de artefatos que se tornam cada vez mais complexos. Daí a necessidade de um reconhecimento ético-ontológico das responsabilidades e condição da pessoa para com o mundo.

No centro de todas essas modificações, encontram-se as pessoas. Nesse horizonte, é fundamental reconhecer a condição humana como força motriz de todo esse engendramento tecnológico (Mondin, 1980; Nogare, 1994). A capacidade cognitiva, a adaptabilidade e a habilidade motora, a perspicácia criativa e as infinitas possibilidades de relacionamento e integração são características singulares e imprescindíveis da pessoa humana para a movimentação de tais transformações.

Dessa maneira, é preciso considerar as pessoas desde a idealização até a execução de qualquer processo tecnológico. Como estrutura em aprendizagem perene, cada pessoa se caracteriza de forma única, o que oportuniza milhares de conexões entre os artefatos tecnológicos e sua interface no mundo do trabalho. A Robótica Industrial causa transformações e é a pessoa humana que opera tais situações e se reinventa continuamente, transgredindo os desafios.

Nesse contexto é preciso considerar a pessoa no contexto da tecnologia porque:

- *possui criatividade infinita* para desempenhar papel vital na constante evolução que advém das tecnologias e da indústria;
- *é capaz de conceber novas abordagens* na construção de melhorias e retroalimentação de sistemas, encontrando soluções para além dos padrões;

[1] Doutor em Ciências de Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFAM. E-mail: *jose.cavalcante@ifam.edu.br*
[2] Mestre em Engenharia Elétrica. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFAM. E-mail: *marlos.rodrigues@ifam.edu.br*

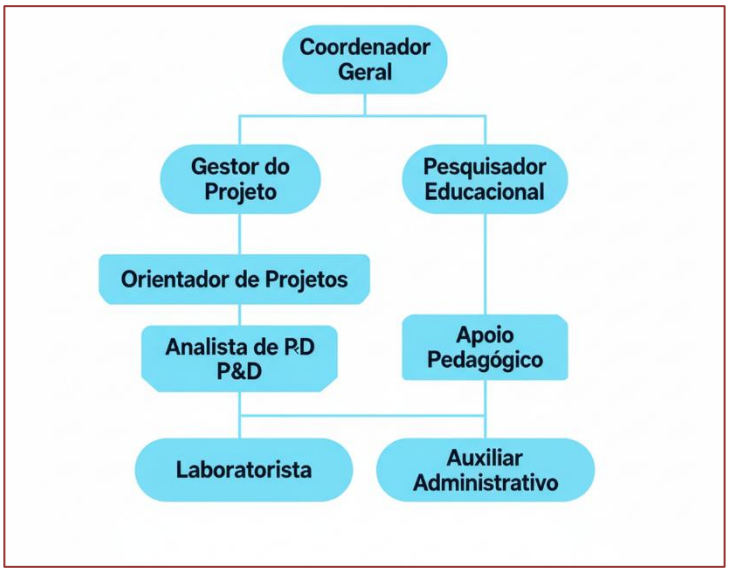
- *é dotada de flexibilidade física e cognitiva*, elementos fundamentais, para manuseio e trato com as variações no ambiente de trabalho e nas operações do contexto laboral;
- *é forjado de implicações éticas* que orientam e direcionam suas ações, o que possibilita práticas responsáveis e sustentáveis no ambiente de trabalho e no mundo.

A mistura de inteligência, flexibilidade, inovação, habilidades e ética condensam nas pessoas a cerne de uma Robótica Industrial que dialoga com essa exigência de nosso tempo. Desse modo, a primeira consideração para compreender o processo engendrado no âmbito da *"Capacitação em Robótica Industrial – 2. ciclo"* é demarcar este pressuposto e reconhecer as pessoas que teceram a dinâmica deste projeto. Assim, a seguir serão apresentadas as condições e as pessoas que movimentaram este curso a partir da constituição das duas turmas.

1. GESTÃO DO PROJETO

A equipe de gestão do projeto Capacitação em Robótica Industrial foi composta por profissionais com competências que envolvessem o conhecimento técnico-científico da área em foco, mas que pudessem articular o manejo das Metodologias Ativas no decorrer do processo formativo. Dessa maneira, buscou-se perfis que possuíssem formações complementares nesse viés para assegurar o planejamento, o desenvolvimento da capacitação e a articulação pedagógica e administrativa do projeto. Dessa maneira, em linha gerais a equipe de Gestão do Projeto se estruturou conforme se observa na Figura 1.1.

Figura 1.1: Organograma da Equipe de Gestão do Projeto



Fonte: Autores, 2025.

Coordenador Geral

É o responsável pela liderança institucional e pelo cumprimento dos objetivos gerais do projeto. Atua na articulação com parceiros e instâncias acadêmicas, supervisionando a execução técnica, financeira e pedagógica. Define metas, cronogramas e indicadores de desempenho, garantindo coerência entre as ações e os resultados esperados previstos no plano de trabalho.

COORDENADOR DO PROJETO:
José Fábio de Lima Nascimento
https://integra.ifam.edu.br/p/jose-fabio-de-lima-nascimento

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (2001), Especialização em Dinâmica e Controle de Sistemas Robóticos pela Universidade Federal do Amazonas (2007), Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (2004). Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia (PRODERNA) do Instituto de Tecnologia da UFPA (ITEC/UFPA). Atua como Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM. Possui experiência na área de engenharia mecânica, com ênfase em controle de sistemas mecânicos, atuando principalmente nos seguintes temas: Automação, robótica industrial, modelagem dinâmica de sistemas mecânicos, síntese e aplicação de semicondutores inorgânicos, principalmente, no desenvolvimento de estudos que envolvem as técnicas de caracterizações: Difração de raios X (DRX), refinamento Rietveld, espectroscopia vibracional Raman e no infravermelho, espectroscopia UV-vis de sólidos, microscopia eletrônica de varredura (MEV), termogravimetria (TGA) e calorimetria exploratória diferencial (DSC).

Gestor do Projeto

É responsável pela execução do gerenciamento operacional e acompanha o fluxo de atividades. Assegura a integração entre as frentes de trabalho, monitora prazos, orçamentos e relatórios técnicos. Atua como elo entre a coordenação geral e as equipes específicas, apoiando a tomada de decisão e mitigando riscos de execução.

GESTOR DO PROJETO:
Marlos André Silva Rodrigues
https://integra.ifam.edu.br/p/marlos-andre-silva-rodrigues

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará, graduação em Formação de Formadores da Educação Profissional pela Universidade do Sul de Santa Catarina (Licenciatura) e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Amazonas. Atualmente é Professor no IFAM - Instituto Federal do Amazonas e Doutorando em Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Amazonas. Tem experiência nas áreas de Engenharia Elétrica, Automação, Desenvolvimento de Software, Gestão de Projetos e Ensino Profissionalizante.

Pesquisador Educacional

É a pessoa que desenvolve estudos e metodologias voltadas à inserção da robótica industrial em ambientes de ensino e capacitação. Analisa os impactos pedagógicos das tecnologias, propõe estratégias de formação docente e discente, verifica o processo de aprendizagem a partir da orientação de recursos e instrumentos e alinhadas às diretrizes do projeto de da Educação Profissional e Tecnológica.

PESQUISADOR EDUCACIONAL DO PROJETO:
José Pinheiro de Queiroz Neto
https://integra.ifam.edu.br/p/jose-pinheiro-de-queiroz-neto

Formado em Engenharia Elétrica e com Especialização em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Amazonas, desenvolveu os cursos de Mestrado e Doutorado em Ciência da Computação na Universidade Federal de Minas Gerais e Pós-doutorado em Educação Profissional na Tampere University of Applied Science (TAMK) / Finlândia. Como profissional, atuou em empresas do Parque Industrial de Manaus, desenvolvendo atividades na área de Engenharia Industrial, tendo sido Chefe de Engenharia Industrial, na Gradiente Eletrônica S/A. Na área acadêmica, foi coordenador dos cursos Superiores do IFAM/Campus Distrito Industrial, Professor colaborador dos Mestrados em Ciência da Computação (UFAM) e Engenharia Elétrica (UFAM), Diretor Geral do Campus Distrito Industrial e Pró-Reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica do Amazonas (IFAM). Foi General Chair do XIX SIBGRAPI (*Brazilian Symposium on Computer Graphics*) em 2006. Participou como bolsista CNPq do Programa Professores para o Futuro - Finlândia. Atualmente é professor pesquisador do IFAM, professor do Mestrado/Doutorado PPGET, Membro da Associação Polo Digital de Manaus (APDM) e do

Conselho Superior do IFAM. Na área de pesquisa, participa de grupos voltados a área de Ensino, com particular interesse em ferramentas modernas de ensino e educação, e grupo de pesquisa na área de Ciência da Computação/Automação, com particular interesse em Visão Computacional, Robótica e Sistemas Embarcados.

Apoio Pedagógico

Colabora na organização de materiais didáticos, oficinas e treinamentos. É a pessoa responsável pelo suporte às atividades educacionais desenvolvidas pelo pesquisador educacional e pelos instrutores, contribuindo para a adequação metodológica das ações formativas e para o acompanhamento dos participantes.

APOIO PEDAGÓGICO DO PROJETO:
José Cavalcante Lacerda Junior
https://integra.ifam.edu.br/p/jose-cavalcante-lacerda-junior

Graduado em Filosofia, Psicologia e Pedagogia. Especialista em Psicologia Jurídica, Saúde Mental e Metodologias Ativas de Aprendizagem para Ensino Vocacional e Tecnológico. Mestre em Educação em Ciências na Amazônia. Doutor em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Pesquisador e Líder do Grupo de Pesquisa Tecnologia, Educação e Meio Ambiente - TEMA. Possui interesse em assuntos relacionados a juventudes amazônicas, educação ambiental na cidade e educação profissional e tecnológica. Atualmente é professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia no Amazonas nos cursos técnicos e no Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica – ProfEPT.

Orientador de Projetos

Presta mentoria técnica e científica às equipes (times) compostas pelos alunos. Fundamentalmente, orienta na elaboração e implementação de soluções em robótica industrial, promovendo a integração entre teoria e prática e estimulando a inovação orientada os resultados sinalizados no projeto.

ORIENTADOR DO PROJETO:
Vitor Bremgartner da Frota
https://integra.ifam.edu.br/p/vitor-bremgartner-da-frota

Doutor em Informática na área de Inteligência Artificial Aplicada à Educação pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), no Instituto de Computação, com conceito Capes 6, com graduação em Engenharia da Computação e ampla experiência nas áreas de

Cultura Maker, Robótica Educacional e Industrial, Internet das Coisas, Impressão 3D e Metodologias Ativas de Ensino. Professor de Informática no Instituto Federal do Amazonas (IFAM). Também é docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) do IFAM, pesquisador do Polo de Inovação do IFAM (INOVA) e membro da Rede Maker: O Aprender Fazendo da Rede Federal. Atua como docente e pesquisador, com relevante produção acadêmica, participação em projetos de inovação tecnológica e extensão universitária voltados para o desenvolvimento científico e social da região amazônica.

ORIENTADOR DO PROJETO:
Anderson Gadelha Fontoura

Graduado em Engenharia Mecatrônica desde 2011 (UEA), MBA de Engenharia da Qualidade desde 2013 (UEA) e Mestre em Informática (UFAM/ICOMP - CAPES 5) desde 2016. Professor da UNINORTE (na época pertencente ao grupo Laureate Universities Network) nas áreas de Eng. Elétrica, Mecânica, Computação e Ambiental; e professor do IFAM/CMDI de 2017 a 2019 nas áreas de automação e mecatrônica para ensino médio técnico e superior. Atualmente trabalho nas seguintes áreas relacionadas (por ordem de prioridade): (1) Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina; (2) Processamento Digital de Imagens e Sinais e Visão Computacional; (3) Sistemas Embarcados e Robótica com ROS (Robotic Operating System); (4) Computação em Nuvem e Supercomputação e; (5) Automação e Robótica Industrial. Por 3 anos (2006-2009) colaborou do setor de TI da UEA (Universidade do Estado do Amazonas), desenvolvendo conhecimentos em redes de computadores e sistemas operacionais Windows e Linux, incluindo a optimização e configuração desses sistemas, além de conceitos sobre segurança de redes.

Laboratorista

É a pessoa que realiza a manutenção e operação dos equipamentos do laboratório de robótica. Garante o funcionamento das estações experimentais, cuidado com materiais e segurança das práticas. Apoia tecnicamente os orientadores, professores e alunos na execução de testes, montagens e calibração de sistemas robóticos.

LABORATORISTA DO PROJETO:
Vânio de Sales Oliveira

Especialista em Energia Solar Fotovoltaica pelo Centro Universitário Internacional Uninter (2023), possui graduação em Engenharia Elétrica - Eletrotécnica pela Universidade Federal do Amazonas (2018). Atualmente é técnico de laboratórios - eletrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Engenharia Eletrotécnica, atuando na área de energia solar fotovoltaica.

LABORATORISTA DO PROJETO:
José Max Dias Figueira Junior
http://lattes.cnpq.br/8474573538151669

Graduado em Engenharia Elétrica - Eletrotécnica pela Universidade Federal do Amazonas, possui especialização em Energia Solar Fotovoltaica pelo Centro Universitário Internacional Uninter. Atuou como técnico de diagnóstico na empresa Nokia do Brasil. Atualmente é técnico de laboratórios/eletrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, onde exerce a função de Coordenador de Laboratórios desde 2015. Atuou Durante dois anos como Coordenador Adjunto do Programa Qualifica Mais Energife no IFAM-CMDI. Sócio fundador da Space Energy Engenharia e Energia Solar, onde atua com projeto e execução de sistemas de energia solar on-grid, off-grid e híbridos, estações de carregadores veiculares, além de instalações elétricas em baixa e média tensão e SPDA

Analista de P&D

Planeja, implementa e avalia atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico em robótica industrial. Verifica os processos desenvolvidos no decurso do projeto, elabora relatórios técnicos e contribui para a geração de artefatos advindos do projeto.

ANALISTA DE P&D DO PROJETO:
Alessandra Castro Rocha

Cursando MBA em Gestão da Inovação com ênfase e PD&I. Experiência na gestão de projetos quanto a análise de dispêndios de acordo com o EPA, no planejamento, controle financeiro, e na elaboração de RDA, no âmbito da Lei de informática voltado para a Amazônia Ocidental. Possui vivência no acompanhamento das metas estipuladas no plano de trabalho em consonância com a equipe técnica e seu desenvolvimento, aplicando os eventos de metodologias ágeis. Atuou na Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa, Extensão e Interiorização do IFAM, como Analista Generalista, onde era feito a análise desde o início do Projetos, até sua conclusão.

Auxiliar Administrativo

Sua função é fornecer suporte às rotinas administrativas, financeiras e logísticas do projeto. Atua no controle de documentos, agendamento de reuniões, acompanhamento de contratos e prestação de contas. Sua atuação garante fluidez às operações e conformidade com os regulamentos institucionais e de fomento.

AUXILIAR ADMINISTRATIVO DO PROJETO:
Maricélia Alves Soares

Graduada em Ciências Contábeis pelo Centro Universitário de Ensino Superior do Amazonas (2009). Pós-graduanda em Gestão Pública pelo Centro Universitário do Norte. Mestre em Engenharia de Processo pela Universidade Federal do Pará. Atuou na Diretoria de Departamento de Infraestrutura e Administração no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Atualmente, está lotada no Polo de Inovação Manaus/IFAM. Possui experiência na área contábil, financeira e administrativa, gestão de contratos e administração de projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI), controle e prestação de conta Suframa e Embrapi de projetos PDI.

2. EQUIPE DOCENTE

A docência no Curso de Capacitação em Robótica Industrial se configura como uma estratégia de efetivação do processo formativo indicado nos módulos. O avanço acelerado das tecnologias de automação e robótica nas linhas de produção reforça a demanda por

educadores que não apenas detenham profundo conhecimento técnico, mas também se mantenham atualizados em relação às tendências e inovações do segmento.

Nesta conjuntura, o papel docente não está restrito à mera transmissão de informação, mas se estende à promoção do desenvolvimento de competências avançadas e especializadas (Frota; Nascimento; Queiroz Neto; Rodrigues; Fontoura; Nascimento; Carvalho; Gouvea, 2025). Os docentes desempenham função primordial na preparação de uma força de trabalho adaptável, capacitada para integrar, programar e otimizar robôs industriais. Além das atividades em sala de aula, destaca-se a relevância dos projetos práticos, simulações e vivências que oferecem aos alunos experiências *hands on* essenciais à sua inserção e sucesso profissional.

Dessa maneira, um bom processo de seleção articulado com investimento na formação de docentes especializados em Robótica Industrial implica, simultaneamente, no fortalecimento das práticas educativas e do próprio setor industrial. Tais profissionais não se limitam à transferência de conhecimento; estimulam a inovação e o pensamento crítico, preparando os alunos para conduzir avanços em automação, inteligência artificial e sistemas robóticos autônomos.

Dessa forma, incorporar a utilização das Metodologias Ativas pode contribuir para o desenvolvimento pleno dos futuros especialistas em robótica industrial (Frota; Nascimento; Queiroz Neto; Rodrigues; Fontoura; Nascimento; Carvalho; Gouvea, 2025). A docência não apenas assegura excelência técnica, mas também fomenta uma cultura de criatividade, empreendedorismo e adaptabilidade. Assim, é imprescindível destacar a relevância dos docentes responsáveis pelo planejamento, elaboração de materiais didáticos e execução das atividades propostas, conforme a Figura 1.2.

Figura 1.2: Itinerário formativo

Fonte: Autores, 2025.

Sendo assim, de modo geral, os docentes são as pessoas responsáveis por planejar as aulas e atividades didáticas utilizando metodologias ativas e ministrá-las aos alunos; alimentar o sistemas de acompanhamento com os dados de frequência e desempenho acadêmico dos estudantes; criar e compilar materiais com conteúdo pertinentes ao módulo com apoio do pesquisador educacional para aderência de padronizações de boas práticas e metodologias novas, bem como materiais didáticos para metodologias de desenvolvimento de produtos e serviços focados nas necessidades, desejos e limitações dos usuários, em abordagens de problemas- soluções; propiciar espaço de acolhimento e debate com os estudantes; avaliar o desempenho dos estudantes; apresentar, por fim, lista com situação acadêmica dos alunos ao final do curso.

MÚLTIPLAS COMPETÊNCIAS E HANDS ON:

Esse módulo introduziu as metodologias de desenvolvimento de produtos e serviços focados nas necessidades, desejos e limitações dos usuários, em abordagens de soluções que possam converter dificuldades e limitações em benefícios para o cliente e valor de negócio para a sua empresa. Logo, foi a primeira disciplina ministrada.

Função: Instrutor do Módulo Múltiplas Competências e *Hands On*

Formação: Mestre nas áreas dos módulos ofertados no curso.

INSTRUTORA DO MÓDULO:
Ana Claudia Ribeiro de Souza
http://lattes.cnpq.br/8055796489225138

Professora titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM). Doutora em História Social e mestra em História da Ciência pela PUC/SP. Atua na pós-graduação, como professora permanente no Programa de Pós-graduação em Ensino Tecnológico, Campus Manaus Centro/IFAM, na linha de pesquisa Processos para Eficácia na Formação de Professores e no Trabalho Pedagógico em Contextos de Ensino Tecnológico, e no Mestrado em Rede nacional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT/IFAM), com pesquisas na área da Educação Tecnológica, com os temas História da Ciência e Ensino Profissional. Já atuou em diversos cargos na gestão, como Coordenadora da Pós-graduação, Campus Manaus Centro/IFAM, Diretora de Ensino, Campus Manaus Distrito Industrial/IFAM e Diretora de Pós-graduação, Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação/IFAM. É membro do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH/CONEP).

MANUFATURA ADITIVA:

O referido módulo este módulo abordará utilização de tecnologias de Manufatura Aditiva (impressão 3D). Sendo assim, o módulo perpassa desde a calibração de impressoras e solução de falhas à aplicação de técnicas de pós-processamento e avaliação de qualidade, o domínio desses processos sustenta o uso da impressão 3D nas mais variadas áreas

Função: Instrutor do Módulo Manufatura Aditiva

Formação: Mestre nas áreas dos módulos ofertados no curso.

INSTRUTOR DO MÓDULO:
Renan Cavalcante dos Santos
https://integra.ifam.edu.br/p/renan-cavalcante-santos

Possui graduação em Engenharia mecânica pela Universidade Federal do Amazonas (2015). Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2019). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM. Atuou profissionalmente como pesquisador do programa Inova Talentos no grupo de Mobilidade Elétrica na empresa WEG, como analista de processos industriais da empresa WEG Amazônia e como professor do curso de engenharia mecânica no Centro Universitário Luterano de Manaus CEULM. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica com ênfase em projeto de produto e processos de fabricação, atuando principalmente nos seguintes temas: usinagem, processos de manufatura, manufatura sustentável, controle de produção, melhoria contínua, análise estrutural, método de elementos finitos e mobilidade elétrica.

INSTRUTOR DO MÓDULO:
Davi da Silva Ribeiro Castro
http://lattes.cnpq.br/6695320235825167

Possui graduação em Engenharia de Controle e Automação pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Atuando em projetos de pesquisas, tendo como principais temas a Indústria 4.0 e Sistemas de Controle Distribuído inteligente. Experiência com programação de CPLs, Modelagem de Sistemas a Eventos Discretos, Redes de Petri na automação Industrial, Integração de sistemas de automação ao gerenciamento empresarial. Trabalhou em empresa de eletroeletrônico do Polo Industrial de Manaus. Participação como docente no projeto Novo Mais Educação. Mestrando em engenharia Elétrica, com área de pesquisa em Cyber Physical Systems (CPS).

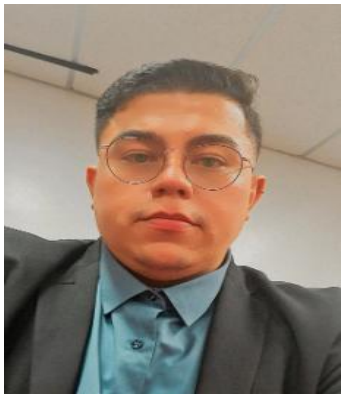
INTRODUÇÃO À ROBÓTICA INDUSTRIAL

Este módulo abordou conceitos de sistemas robóticos e suas aplicações, fundamentos, tipos de robôs, projeto de máquinas e controles programáveis para atuações autônomas.

Função: Instrutor do Módulo Introdução à Robótica Industrial

Formação: Mestre nas áreas dos módulos ofertados no curso.

INSTRUTOR DO MÓDULO
Benjamin Batista de Oliveira Neto
http://lattes.cnpq.br/0355646329266825



Possui Graduação em Mecatrônica Industrial pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (2012), Especialização em Gestão de Projetos pela Universidade Católica Dom Bosco (2017) e Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Amazonas (2019). Atua como docente EBTT no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas Campus Manaus Centro e desenvolve projetos de ensino, pesquisa e extensão que consolida o tripé da Instituição que atua. Atualmente é Coordenador do Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica no Departamento de Processos Industriais (DPI). Também desenvolve projetos de P&D juntamente ao Polo de Inovação do IFAM.

INSTRUTOR DO MÓDULO
Ricardo Augusto Medeiros de Oliveira
https://lattes.cnpq.br/3009905071972756

Possui graduação em Direito pela Universidade do Estado do Amazonas (2007) e graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2000). Atualmente é professor de ensino básico, técnico e tecnológico e coordenador de curso - IFAM CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL e mestrando do Programa de Pós-graduação em Gestão e Estratégia (PPGE) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Tem experiência na área de Engenharia de Mecânica, com ênfase em Garantia de Controle de Qualidade, Controle de Produção, Gerenciamento de Projetos e Manutenção Industrial.

PROGRAMAÇÃO PARA APLICAÇÕES ROBÓTICAS

Esse módulo abordou lógica de programação, resolução de problemas utilizando algoritmos e raciocínio lógico, estruturas condicionais e de repetição, estruturas de dados, funções, estrutura e características dos manipuladores, módulos e linguagens.

Função: Instrutor do Módulo Programação para aplicações robóticas

Formação: Mestre nas áreas dos módulos ofertados no curso.

INSTRUTOR DO MÓDULO
Lenildo Marcos da Mota Silva
http://lattes.cnpq.br/0817044195623233

Profissional com mais de 28 anos de experiência na área de manutenção e automação industrial tendo como especialização na área de Engenharia de Automação e eletrônica industrial e treinamentos de programação básica e avançada e manutenção de robôs Yaskawa realizados no fabricante nos EUA. Trabalhando hoje como integrador de sistemas robóticos dos fabricantes Yaskawa e Fanuc nas áreas de solda e manipulação, tendo ministrado treinamentos nas áreas de programação de robôs industriais e manutenção.

PROGRAMAÇÃO EM CLP

Esse módulo abordou definições e características dos CLP, especificação de entradas e saídas, especificação e esquemas elétricos dos CLP, linguagens, aplicações e simulação das lógicas no ambiente de desenvolvimento.

Função: Instrutor do Módulo Programação em CLP

Formação: Mestre nas áreas dos módulos ofertados no curso.

INSTRUTOR DO MÓDULO
Hugo Alves Velozo
http://lattes.cnpq.br/8351107136518878

Hugo Alves Velozo graduou em Engenharia Elétrica Industrial pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão (IFMA) em agosto de 2014. Em abril de 2017, concluiu seu mestrado em Engenharia de Eletricidade pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) na área de concentração Automação e Controle. Atualmente é docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) na área de automação e controle. Suas principais áreas de interesse de pesquisa são estimação de estados de sistemas dinâmicos não lineares estocásticos, inteligência computacional, sistemas de controle e automação industrial.

PROGRAMAÇÃO IHM

Esse módulo integrou os conceitos e aplicações em programação de Interface Homem-Máquina (IHM) à utilização de equipamentos que possuam visor ou tela.

Função: Instrutor do Módulo Programação IHM

Formação: Mestre nas áreas dos módulos ofertados no curso.

INSTRUTOR DO MÓDULO
Vanderson de Lima Reis
http://lattes.cnpq.br/4369607033834589

Possui curso Técnico de Eletrônica pela Fundação de Ensino e Pesquisa Matias Machline (FMM), graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Especialização em Microeletrônica com Ênfase em Digital pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), e doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Atualmente é professor, pesquisador dos Cursos Técnicos Integrado de Eletrônica, Subsequente de Eletrônica, e de Engenharia de Controle do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas no Campus Manaus Distrito Industrial (IFAM). Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Automação Eletrônica de Processos Elétricos e Industriais, atuando principalmente nos seguintes temas: Sistemas Embarcados, circuitos de RF, sistemas de comunicação, controle e automação, e sistemas de média tensão.

VISÃO COMPUTACIONAL E APLICAÇÕES INDUSTRIAIS

Esse módulo teve como aplicação conceitos de visão geral das técnicas de análise e reconhecimento de imagens e dos métodos de Visão Computacional, desde métodos e algoritmos básicos até técnicas de Inteligência Artificial.

Função: Instrutor do Módulo Visão computacional e aplicações Industriais

Formação: Mestre nas áreas dos módulos ofertados no curso.

INSTRUTOR DO MÓDULO
Marcelo Chamy Machado
http://lattes.cnpq.br/9752088014983044

Possui Mestrado em Ciência da Computação pelo Instituto de Computação da Universidade Federal do Amazonas (2018), Pós-Graduação (MBA) em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (2004), Pós-graduação em Computação Forense e Perícia Digital pelo Instituto de Pós-graduação e Graduação (2017), Graduação em Bacharelado em Processamento de Dados pela Universidade Federal do Amazonas (1996). Atualmente é Professor de Ensino Técnico e Tecnológico no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM e Analista de Sistemas da Secretaria Municipal de Saúde de Manaus. Tem experiência na área de Ciência da Computação com ênfase em Desenvolvimento de Sistemas e Aplicações em Tecnologias Assistivas, atuando principalmente nos seguintes temas: Aprendizagem de máquina, Visão Computacional, Bancos de Dados e Computação Forense. Possui certificação CDIA+ (Certified Document Imaging Architect) e experiência em aplicações e projetos de Gerenciamento Eletrônico de Documentos e tecnologias correlatas, como digitalização e processamento de formulários utilizando OCR, ICR e OMR.

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA ROBÓTICA AVANÇADA

Esse módulo tem como fundamento capacitar profissionais da indústria a implementar e adaptar novas tecnologias e soluções de automação aos ambientes produtivos, promovendo inovações tecnológicas e melhorando a competitividade e sustentabilidade das operações.

Função: Instrutor do Módulo Inovações Tecnológicas para Robótica Avançada

Formação: Mestre nas áreas dos módulos ofertados no curso.

INSTRUTOR DO MÓDULO
Diego Câmara Sales
https://integra.ifam.edu.br/p/diego-camara-sales

Pesquisador e professor no IFAM com temas relacionados a automação e sistemas. Realizou pesquisas quanto a avaliação e evolução de RPA na pós-graduação na Universidade Federal de Santa Catarina com foco na evolução de sistemas. Atua como agente de inovação do IFAM INOVA (Polo de Inovação) com atividades de avaliação de Planos de trabalho e Plano de utilização de Recursos (PUR) de projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação utilizando uma metodologia de identificação de critérios de inovação e nível de maturidade tecnológica baseado nos manuais e boas práticas internacionais (Padrão IEEE, Frascati, ACATECH, PIMM4.0 e MBSE). Possui treinamento em propriedade intelectual feito em parceria com o INPI e WIPO. Coordenei projetos de automação de sistemas e sistemas embarcados com uso de tecnologias de transmissão de dados sem fio (LoRaWAN), criação de ementas relacionadas ao uso de veículos aéreos não tripulados e suas aplicações. Possui interesse em desenvolver projetos inovadores com objetivo de gerar conhecimento (MVP, propriedade intelectual, artigos científicos) e solucionar problemas reais que possam trazer benefícios à sociedade.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Robótica Industrial representa um dos avanços tecnológicos mais expressivos das últimas décadas, tanto na produção quanto na automação. Com efeito, seu impacto está articulado com o engajamento das pessoas que engendram o seu processo. A precisão e eficiência dos robôs são importantes, mas a concepção, o controle, a manutenção e a inovação devem atravessar as vivências produzidas pelas pessoas. Sendo assim, o projeto de capacitação em cena não somente se constitui como uma prática de reconhecimento dessa condição, como também exercita esse fazer à medida que memorializa sua trajetória.

As pessoas envolvidas no projeto desempenharam um papel estratégico na integração entre conhecimento técnico e experiência prática. A colaboração entre alunos, docentes, técnicos e gestores possibilitou uma sinergia indispensável para enfrentar desafios complexos, otimizar processos e garantir o acesso a sofisticadas tecnologias. Essa compreensão assenta o tácito fundamento da gestão de pessoas na contemporaneidade: as pessoas estão nas organizações e as organizações se fortalecem e se adaptam frente à rápida evolução tecnológica da indústria à medida que pensam, reconhecem e colocam as pessoas no centro.

Portanto, um dos trunfos da capacitação em Robótica industrial é fundamentar o fator humano no decorrer do processo. E ainda, para a região amazônica o fomento de uma capacitação com essa perspectiva em Robótica Industrial reside na possibilidade de integrar inovação tecnológica ao contexto local e integrar a diversidade humana para pensar a Amazônia.

REFERÊNCIAS

[1] FROTA, V. B.; NASCIMENTO, J. F. L.; QUEIROZ NETO, J. P. de; RODRIGUES, M.; FONTOURA, A. G.; NASCIMENTO, C.; CARVALHO, D.; GOUVEA, N. Uma estratégia de tutoria em Capacitação Avançada em Robótica Industrial pela metodologia hands-on e Aprendizagem Baseada em Projetos. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 12, p. e21206, 2025. DOI: 10.54033/cadpedv22n12-348. Disponível em:

https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/21206. Acesso em: 25 nov. 2025.

[2] GONÇALVES, Daniel Bertoni. Indústria 4.0 no Brasil: análise da contribuição do centro de excelência em tecnologia 4.0. **Latin American Journal of Business Management**, v. 15, n. 2, 2024. DOI: 10.69609/2178-4833.2024.v15.n2.a806. Disponível em: https://www.lajbm.com.br/journal/article/view/806. Acesso em: 25 nov. 2025.

[3] JONAS, Hans. **Técnica, Medicina e Ética: sobre a prática do princípio responsabilidade**. Trad. Grupo de trabalho Hans Jonas da ANPOF. São Paulo: Paulus, 2013.

[4] MONDIN, Batista. **O homem, quem é ele? Elementos da Antropologia Filosófica**. 10 ed. São Paulo: Paulus, 1980.

[5] NOGARE, Pedro Dalle. **Humanismos e Anti-humanismos: introdução à Antropologia Filosófica**. 13.ed. Petropólis: Editora Vozes, 1994.

CAPÍTULO

02 Presença das mulheres na robótica industrial: desafios e perspectivas

Brenda Lima Cezar[1], Lawany da Silva Souza[2], Luzmarina Souza de Siqueira[3], Thais Oliveira de Melo[4], José Pinheiro de Queiroz Neto[5], José Cavalcante Lacerda Junior[6]

A presença das mulheres no contexto das ciências tem sido objeto de investigação no processo formativo (Lombardi, 2006; Grossi, *et al*, 2016; Pavesi, 2021; Schwanke, 2025). No contexto das engenharias, em especial na área da robótica industrial, a promoção de debates, cursos e outros incentivos têm sido utilizados não somente para a problematização da temática, mas para acentuar a dinâmica contínua do mundo do trabalho, o qual precisa considerar estratégias para o desenvolvimento de espaços e políticas que promovam a igualdade de gênero.

O acesso e a permanência das mulheres em tais espaços formativos, eclodem no debate acerca da necessidade ampliar às mulheres uma área historicamente direcionada por homens e aos homens. A pouca participação feminina, nesse contexto, fruto de fatores históricos, culturais e estruturais, replicam estereótipos de gênero e limitam a inserção social das mulheres, seja nos ambientes acadêmicos e seja nos contextos profissionais.

Nessa conjuntura, é necessário reconhecer que as demandas profissionais de qualificação, onde o domínio técnico necessita dialogar com os inúmeros elementos que fomentam processos humanos e éticos, necessitam da diversidade. Essa compreensão destaca a potencialidade e a pluralidade de ideias, como elementos que favorecem o desenvolvimento tecnológico e a inovação, mas fundamentalmente reverbera a justiça social na consecução de uma sociedade mais democrática e equitativa.

A inserção de mulheres em um curso de robótica industrial atrai, por fim, no debate um valor simbólico de ruptura com paradigmas tradicionais, bem como lança outras perspectivas que inspiram outras mulheres a ingressarem nesse universo, o que amplia o alcance e o impacto social da formação técnica e científica. Sendo assim, a robótica industrial, considerada uma área estratégica para a indústria e fortalecimento da economia nacional e local (Zona Franca de Manaus), demanda uma reflexão sobre a presença das mulheres em seu contexto.

No contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), a presença feminina em um curso de Formação Inicial Continuada (FIC) sinaliza uma atenção pelo

[1] Aluna do Curso Capacitação em Robótica Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFAM. E-mail:*brendalimacezarr@gmail.com*
[2] Aluna do Curso Capacitação em Robótica Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFAM. E-mail: *2022005043@ifam.edu.br*
[3] Aluna do Curso Capacitação em Robótica Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFAM. E-mail: *luzmarinasiqueira@gmail.com*
[4] Aluna do Curso Capacitação em Robótica Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFAM. E-mail: *2023002995@ifam.edu.br*
[5] Doutor em Ciência da Computação. Pesquisador Educacional do Curso Capacitação em Robótica Industrial. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFAM. E-mail: *pinheiro@ifam.edu.br*
[6] Doutor em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Apoio Pedagógico do Curso Capacitação em Robótica Industrial. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFAM. E-mail: *jose.cavalcante@ifam.edu.br*

desenvolvimento de tais estratégias inclusivas, as quais podem valorizar diferentes formas de aprendizado e respeitam a diversidade de gêneros dos estudantes. Na EPT, a formação em robótica deve considerar os elementos do domínio das técnicas, mas sobretudo, de cidadãos críticos acerca dos inúmeros atravessamentos que tecem a seara socioeconômica (Brasil, 2024).

A presença de mulheres em cursos de robótica industrial na EPT reconhece a urgência de desconstruir preconceitos ainda enraizados, ao passo que busca a promoção de oportunidades. Tais condições estão no fundamento desta modalidade, a qual se constitui como uma política pública pautada no incentivo formacional que atravessa uma formação humana, integral e crítica (Brasil, 2008; Brasil, 2024).

Dessa maneira, o texto em cena tem por finalidade descrever, a partir de uma experiência formativa em um curso de robótica industrial, os desafios e as perspectivas de como se deu a presença das mulheres nesse curso. Para tanto, utilizamos como estratégia metodológica a pesquisa autobiográfica, conforme se demonstra no próximo tópico.

1. CARACTERIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

A narrativa é um instrumento para entender e reconhecer a dimensão do outro. Diferentemente, das informações formais onde a pesquisa é coadunada pela dimensão teórica, a investigação narrativa parte da experiência. A experiência é um espaço de sentido e como tal as narrativas são um dado vivo no processo investigativo. A pesquisa narrativa pressupõe dar voz aos participantes no sentido de compreender a experiência (Martins; Cabral, 2021).

A experiência implica uma interação ou conexão com algo que se sente ou se analisa. A experiência diz respeito àquilo que acontece ao indivíduo, aquilo que afeta ou ao que lhe ocorre. Ao acontecer, a experiência molda e transforma o indivíduo. Dessa maneira, apenas o indivíduo da experiência pode acessar sua própria transformação. A experiência é a oportunidade que nos leva a um momento reservado diante do tempo e do espaço. É ainda, um instante quase impossível, já que o tempo flui e atravessa de forma ininterrupta o existir (Bondía, 2002).

É nesse terreno que se encontra narrativa autobiográfica. A produção do discurso sobre si articula ideias emergem na constituição do nosso ser (Marques; Satriano, 2017). Compartilhar e recontar as experiências para os outros vai além da apresentação dos acontecimentos da vida. Representa, com efeito, uma maneira de existir ao compartilhar o seu ser. O processo existencial revela ao pesquisador a representatividade do momento que experimentou. A narrativa autobiográfica é a busca pela “alma” perdida, podendo ser interpretada como a expressão do ser por meio de sua fala, que se torna explícita para a compreensão do sentido de suas experiências e vivências (Dutra, 2002).

Privilegiar o vivido de cada pessoa é procurar entender o objeto investigado sobre percepções diversificadas e partir desta condição produzir o conhecimento científico (Martins; Cabral, 2021). As experiências e os relatos permitem a expansão de nossa percepção do mundo, auxiliando-nos a contemplar e planejar um futuro em que surjam possibilidades que estão presentes, embora não sejam totalmente previsíveis ou controláveis pela razão.

Nesse contexto, as pessoas vivenciam histórias e as compartilham, e ao recontá-las, reafirmam-se (Clandinin; Connely, 2015). As histórias vivenciadas se autoeducam e educam a sociedade em que estão inseridas. O armazenamento de memórias evidencia a vida, a vida vivida de forma intensa (Cyrulnik, 2013). A história se torna mais clara à medida que avança no presente, dentro da estrutura do contexto narrado.

As histórias em torno das memórias e comportamentos podem se transformar por meio dos encontros dialógicos. As lembranças do passado tornam-se recordações no presente, conferindo-lhes conotações emocionais e significativas. Para conseguir dar sentido à representação do passado, é preciso ler documentos e ouvir relatos de fora (Cyrulnik, 2013). Sendo assim, as narrativas permitem universalizar as experiências vividas, pela ótica individual de cada participante, na mesma época histórica em que vivenciaram o objeto investigado em suas relações interpessoais e institucionais (Abrahão, 2003).

Essa perspectiva se acentua quando a narrativa é realizada pelo próprio sujeito. As conhecidas narrativas autobiográficas são relatos que articulam experiências e reflexões na construção de sentidos em torno de trajetórias individuais. No caso deste texto, refere-se à presença das mulheres em um curso de robótica industrial. A opção por essa estratégia intenciona não somente o registro de memórias ou eventos, mas manejam elementos de influências sociais, escolhas vocacionais e obstáculos enfrentados ao longo do percurso formativo e profissional. Essa condição, permite acessar a historicidade do sujeito bem como situar os saberes em contextos vividos, o que se torna pertinente quando se busca compreender desigualdades de gênero em áreas técnicas (Souza, 2025).

Dessa maneira, essa compreensão busca desconstruir discursos hegemônicos acerca da aptidão técnica quando se discute gênero, expectativas sociais e “fazeres” educativos que podem modular o acesso, a permanência e o êxito das mulheres na área da robótica industrial. Para além dessa perspectiva, narrativas autobiográficas podem visibilizar dimensões subjetivas (afetos, pensamentos e crenças) que enriquecem a interpretação de fenômenos organizacionais e pedagógicos (Imbrizi; Domingues, 2021).

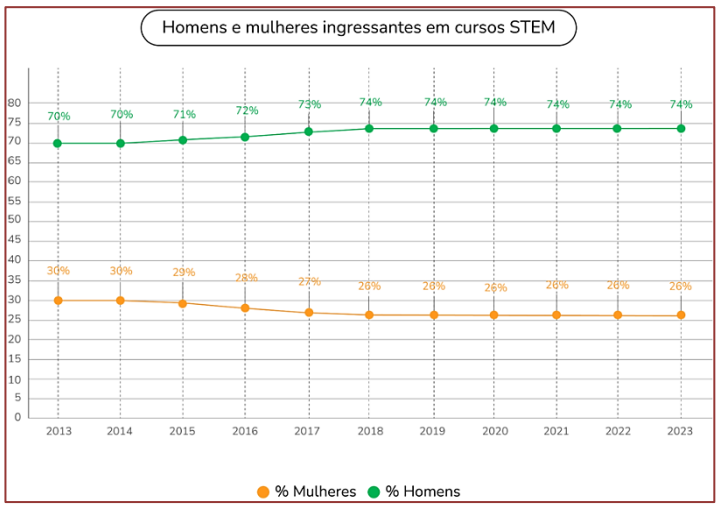
Por fim, a narrativa autobiográfica, nesse texto, se estrutura a partir do relato das autoras deste artigo, sendo acompanhadas pelos orientadores do processo. A escrita, assim, emerge como uma polifonia de vozes, isto é, a narrativa é uma construção múltiplas autobiografias que eclodem de forma simultânea dentro da problematização do fenômeno (Bakhhtin, 2010). A expressão polifônica não reduz e nem silencia as individualidades, mas reconhece um sentido pleno das experiências que ecoam a partir de suas percepções e sentidos. Assim, a pesquisa possui uma abordagem qualitativa, por intermédio de uma perspectiva descritiva (Minin *et al*., 2013), conforme se expressa nos dados organizados e expostos no tópico a seguir.

2. DESAFIOS

A descrição dos desafios emerge a partir da experiência e diálogo entre as alunas do curso e profissionais (autores do texto) inseridos nesse campo. Sendo assim, o primeiro desafio diz respeito ao acesso das mulheres nos cursos STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*), os quais são organizados em três grupos: 1) ciências naturais, matemática e estatística; 2) computação e tecnologias da informação e comunicação (TIC); 3) engenharia, produção e construção. Em recente sistematização realizada pela empresa Nexus, a partir dos dados do Instituto Nacional de Estudos e

Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), no período de 2013 a 2023, o acesso masculino nos cursos é superior nesses ambientes que o feminino, conforme destaca a Figura 2.1.

Figura 2.1: Presença das mulheres na STEAM



Fonte: Nexus, 2025.

A preponderância da presença masculina também é refletida em nosso cenário estadual. A partir do levantamento Figueiredo, Leal e Pontes (2022) nos cursos de Engenharia e Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), observa-se uma correlação muito parecida com os dados apresentados acima, conforme se demonstra na Figura 2.2.

Figura 2.2: Presença das mulheres na UEA

Ingressantes por Gênero - Histórico de 2017 a 2021						
	2017	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**MÉDIA**
Feminino	21%	27%	24%	28%	28%	**26%**
Masculino	79%	73%	76%	72%	72%	**74%**

Fonte: Figueiredo, Leal e Pontes (2022)

A identificação de tal condição sinaliza que apesar dos inúmeros projetos e políticas públicas, como bolsas de estudos, editais específicos para mulheres – por exemplo, que intencionam a promoção da igualdade de gênero em várias frentes do tecido social, o campo acadêmico das Engenharias e Tecnologias merecem uma atenção e problematização ainda maior. A desigualdade de gênero no acesso de cursos STEAM reverbera e manifesta tanto nas estruturas sociais quanto nas relações interpessoais de reconhecimento da mulher, o que limita seu ingresso nesse setor.

Por outro lado, a visualização dos dados pode ser uma estratégia para o reconhecimento de práticas exitosas de promoção do equilíbrio de gênero em vista de

uma possível replicação (Kozievitch 2018). Além dessa perspectiva, os dados podem promover estudos em realidades específicas, o que pode garantir a promoção de práticas e políticas mais integradas ao ambiente e a dinâmica da trajetória das mulheres (Magalhães, *et al*, 2023).

Outro desafio observado diz respeito à falta de representatividade feminina e a dificuldade de compartilhar, estudos e experiências de trabalho, com outras mulheres, o que gera um ciclo de silenciamento e desestimula novas participantes. A ausência de modelos femininos nas diversas funções que articulem o processo formativo, seja como docentes ou profissionais da indústria, reforça a ideia de que esse espaço "não pertence" às mulheres. Essa compreensão encontra "terreno" na compreensão de Saraiva (2013), que diz:

> Desde a infância, mesmo antes de irmos para escola, começamos a aprender o que é "ser mulher" e que isso é diferente de "ser homem". Na própria família aprendemos as tarefas, os lugares e os comportamentos de mulher. Estas marcas ficam potencializadas no ambiente escolar. Lá nos ensinam quais tarefas "cabem" à mulher, quais as profissões "adequadas", quais os "dons naturais" que possuímos, quais as características "inatas" de nosso gênero. Aprendemos que homens e mulheres devem ocupar diferentes lugares na estrutura social e para isto devem desenvolver diferentes habilidades e adquirirem diferentes saberes. E as características de nosso gênero, bem como as habilidades e saberes que devem desenvolver, não incentivam a ter a engenharia como opção profissional (s/p).

Essas barreiras externas refletem-se diretamente no ambiente acadêmico, onde as dinâmicas de convivência evidenciam a persistência de preconceitos sutis e estereótipos. Ainda que os docentes promovam o processo de ensino e aprendizagem e incentivem a participação, as relações entre outros professores e entre os alunos muitas vezes reproduzem comportamentos de exclusão. É comum que os homens assumam a liderança de tarefas, relegando as mulheres a papéis secundários. Essa prática, ainda que não intencional, reduz a autoconfiança feminina, limita o aprendizado colaborativo pleno e incentiva "a divisão sexual do trabalho destina papéis sexuais fixos e dicotomizados, os hegemônicos para os homens e os inferiores para as mulheres" (Magalhães, 2022, p.21).

Outro ponto desafio observado é o constante "sentimento" de precisar provar competência no processo formacional. O diálogo entre as participantes do curso e a interação com mulheres que integram o instituto relatam o fato de serem subestimadas por outros colegas masculinos, que alocam a condição das mulheres como seres constituídos pela falta de habilidade ou conhecimento de forma antecipada. Esse processo de validação contínua sobrecarrega aspectos emocionais e psicológicos, principalmente porque reflete o pertencimento e participação igualitária no ambiente.

Diante disso, é possível concluir que os desafios enfrentados pelas mulheres na robótica industrial são complexos e interligados. Eles têm origem nas desigualdades sociais e se estendem às práticas cotidianas dentro do ambiente de ensino. Entender e buscar estratégias para superar esses desafios é fundamental para a garantia da equidade de gênero, promover um ambiente mais inclusivo e, sobretudo, enriquecer a área com a diversidade de perspectivas que a presença feminina pode proporcionar.

3. PERSPECTIVAS

Se por um lado, o destaque dos desafios demonstra a necessidade de intensificar e gerar outras estratégias que compreendam as inúmeras interlocuções da presença das mulheres no contexto da robótica industrial. Por outro lado, é importante salientarmos as perspectivas que orientam essa interlocução à medida que tais indicações podem inspirar outros "olhares" e outros "agires" no ambiente educativo.

Um primeiro destaque que observamos foi a abordagem metodológica, envolta de práticas ativas, no decorrer do curso de robótica industrial, a qual foi essencial para a consolidação dos conhecimentos adquiridos. A possibilidade de aplicar, de forma direta, os conceitos teóricos, facilita a dinâmica de assimilação dos conteúdos e permite um aprendizado mais colaborativo (Santana; Albuquerque, 2025). A dificuldade acerca de preconceitos e estereótipos podem ceder e possuir outros sentidos à medida que o processo de ensino e de aprendizagem oportuniza a interação entre os sujeitos e o manuseio de recursos e de instrumentos (Martins; Debacco, 2023), como a programação dos braços robóticos. Essa dinâmica, no contexto do curso, proporcionou uma integração entre teoria e prática, mas, fundamentalmente, na interação entre as mulheres e dos demais participantes.

Além disso, a organização didática e metodológica do curso, isto é, disciplinas, estratégias pedagógicas – por exemplo, abrangeu desde a preocupação curricular (programação até a integração de sistemas robóticos), o que contribuiu para uma visão mais holística da área, até a utilização de equipamentos, simuladores e vivências no contexto da indústria, tornou o processo formativo mais integrativo e próximo da realidade experimentada no mundo do trabalho.

De modo geral, destacamos que a experiência metodológica do curso de Robótica Industrial se destacou pela combinação de teoria e prática, o que permitiu não apenas a compreensão dos conceitos, mas também os aplicassem efetivamente em cenários reais. Além dessa condição, destaca-se a interação com profissionais da área e o aprendizado de ferramentas fundamentais como o Controlador Lógico Programável (CLP) foram diferenciais importantes que enriqueceram ainda mais a formação.

Nesse contexto, os participantes informaram que a maneira como aconteceu o aprendizado do CLP foi fundamental para compreender a base do controle em sistemas automatizados. O domínio desse componente foi crucial para o entendimento de processos industriais e, mais importante, para a construção de soluções práticas. Esse destaque a CLP demonstra que o processo de aprendizagem quando centrado no processo e na integração pode eclodir em uma percepção positiva dos estudantes e funcionar como instrumento de destravamento das dificuldades reais e simbólicas de realização do curso.

Outra perspectiva observada é que o incentivo para afirmar a presença das mulheres na área de Robótica perpassa pela interlocução e apoio da família (Lombardi, 2005). Ainda soa estranho, em muitos contextos familiares, a escolha por um curso na área da engenharia. A família como um microcosmo da vivência social reflete, por vezes, o machismo impregnado do cotidiano. Ideias e preconceitos acerca das mulheres, como o sexo frágil, por vezes emergem na fala e ação de membros familiares próximos, como pais e irmãos. É necessário atentar para essa situação para não efetivar em "casa" o que ocorre fora dela. Como estratégia de manejo desta situação aparece a necessidade de sinalizar e verbalizar o incentivo a vivência do curso com palavras encorajadoras e fortalecimento da crença na "força" individual de cada uma, funcionando como espaço de acolhimento e consolo quando surgem situações desagradáveis.

A família, ainda, incentiva as mulheres a se dedicarem ao cuidado da casa, mas é crucial desmistificar esses papéis e mostrar que elas também têm o direito de explorar e se destacar em áreas como a robótica. Em síntese: *"o apoio familiar, como o reconhecimento do potencial da mulher além das responsabilidades domésticas, é essencial"* (frase de uma das participantes).

Outra perspectiva enunciada é proposição de atividades realizadas pela própria instituição educativa, a partir da oferta de programas específicos, como mentoria com mulheres, data festivas, eventos acadêmicos que possam discutir o tema, mas, fundamentalmente, outras mulheres participem. O ambiente educacional precisa divulgar mais os cursos e captar mais alunas para participar de projetos, o que pode gerar fissuras aos padrões excludentes ao tempo que exclui nas mulheres as suas escolhas profissionais (Lombardi, 2005).

Uma outra observação que chamou nossa atenção foi o entendimento que o incentivo às mulheres na robótica industrial pode se tornar mais significativa à medida que a abordagem seja realizada "com naturalidade". O que isso significa? O reconhecimento que as mulheres são a minoria no ambiente não pode ser vocalizado com recorrência ou destaque contínuo no decorrer do processo formativo, pois pode causar uma espécie de reforçamento da ideia de estranhamento e que as mulheres que lá estão fossem "algo fora do normal".

O apoio do instituto, por exemplo, pode acontecer pode destacar que o espaço é para todos, sem precisar ficar fazendo disso um "panfleto" ou algo distante da realidade experimentada por cada mulher. Quando se trata com "naturalidade", como algo possível e comum, isso acaba incentivando mais do que ficar lembrando a todo momento que somos poucas.

Se as perspectivas sinalizadas até agora apontam para situações anteriores ao ingresso no curso, é importante destacar que as mulheres verbalizaram, também, uma perspectiva do processo e finalização dos módulos do curso: *"hoje me sinto mais confiante em tomar a frente em algumas situações*" (frase de uma das participantes). Antes da vivência do curso, por não conhecer quem seriam os envolvidos, as trocas teóricas e a execução das práticas acabavam sendo cedidas de forma mais fácil por entender que as opiniões masculinas eram mais preponderantes, mesmo sabendo que as proposições das mulheres seriam melhores.

Dessa maneira, a participação no curso de robótica aumentou, de acordo com as participantes, a autoestima e confiança. Tal condição se explicita, ainda mais, quando a capacidade de resolver problemas complexos e dominar novas tecnologias são testadas. Essa condição mais pessoal foi descrita como possível a partir do ambiente de aprendizado produzido no contexto do laboratório. No trabalho em equipe, por exemplo, essas diferenças de experiência e perspectiva podem ser um diferencial, pois cada membro traz habilidades distintas, o que favorece soluções criativas e inovadoras para os desafios tecnológicos.

Essa condição é reforçada quando esse elemento da autoestima se propaga em algumas matérias na própria faculdade e na participação de projetos de extensão, como àqueles que são integrados com estudantes de escolas públicas e na intervenção as participantes atuam monitoras no funcionamento dos robôs.

4. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A análise sobre a presença das mulheres na área da robótica industrial evidencia que o principal desafio não está nas diferenças biológicas ou nas capacidades técnicas entre homens e mulheres, mas nas barreiras culturais e estruturais que ainda persistem no ambiente educacional e profissional. As observações destacadas demonstram que, embora reconheçam suas habilidades e competências, a presença das mulheres em tal contexto enfrenta desafios marcados por estereótipos de gênero e práticas que podem limitar o pleno reconhecimento de seu potencial.

Observa-se, ainda, que por vezes há uma associação na forma de atuação das mulheres com características como organização, sensibilidade e atenção aos detalhes — atributos que, quando valorizados, podem contribuir significativamente para a inovação e a qualidade do trabalho em robótica industrial. No entanto, essas mesmas características, em um ambiente ainda fortemente masculinizado, são muitas vezes interpretadas de forma negativa, reforçando preconceitos sutis que dificultam a equidade de gênero.

Mais do que destacar a diferença entre os gêneros, é necessário promover um ambiente em que o acolhimento e a potencialização das habilidades sejam reconhecidos e estimulados independentemente do sexo. Nesse sentido, o espaço formativo do curso pode desempenhar um papel fundamental na construção de uma cultura institucional inclusiva, pautada no respeito, na equidade e na oportunidade para todos. Campanhas de sensibilização, programas de capacitação e projetos de empoderamento feminino podem contribuir de maneira efetiva para a transformação desse cenário.

Para tanto, é fundamental a incorporação de políticas institucionais voltadas à igualdade de gênero como estratégia que reforça a necessidade de ações concretas e contínuas que estimulem a participação das mulheres na robótica e nas engenharias em geral. É fundamental que as instituições de ensino possam tratar a presença feminina não como uma demanda obrigatória, mas como movimento de um processo mais amplo de democratização do conhecimento e da inovação tecnológica.

Por fim, promover a inserção e a valorização das mulheres na robótica industrial diz também de uma estratégia de desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico. A diversidade de perspectivas, de experiências e pontos de vistas modulam um fazer científico dinâmico e envolto de maiores possibilidades nas análises dos fenômenos, bem como na resolução das situações. Nunca é demais recordar que a dinâmica da STEM é a integração de desafios que refletem problemas do mundo real a partir do pensamento crítico e o engajamento. A mobilização desses elementos demanda uma participação construída diversidade como garantia de espaços formativos, transformadores e plural.

REFERÊNCIAS

[1] ABRAHÃO, Maria Helena Menna Barreto. Memória, narrativas e pesquisa autobiográfica. **Revista História da Educação**. v. 7, n. 14, jul./dez. 2003.

[2] ASSUMPÇÃO, Georgia de Souza; FERREIRA, Amanda Chousa; CANDIDO, Júlia Martins de Queiroz; HALEGUA, Paula Lichtenfels; CASTRO, Alexandre de Carvalho. Engenharia, gênero e formação em ciências exatas: Análise da participação feminina em uma Instituição de Ensino Superior. **Revista Brasileira de Pós-graduação (RBPG)**, Brasília, v. 18, n. especial, p. 1-26, jul./dez., 2022.

[3] BAKHTIN, Mikhail. **Para uma Filosofia do ato**. São Carlos: Pedro e João Editores, 2010.

[4] BONDÍA, Jorge Larrosa. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Revista brasileira de educação**, n. 19, pág. 20-28, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbedu/a/Ycc5QDzZKcYVspCNspZVDxC/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 09 ago. 2025.

[5] CLANDININ, D. Jean; CONNELY, F. Michael. **Pesquisa Narrativa: experiências e história na pesquisa qualitativa**. 2ª edição rev. tradução: Grupo de pesquisa Narrativa e Educação de Professores ILEEL/UFU Uberlândia: EDUFU, 2015. 250 p. ISBN 798-85-7078-411-7

[6] CYRULNIK, Boris. **Corra**, a **Vida Te Chama**. Rocco, 2013.

[7] DUTRA, Elza. A narrativa como uma técnica de pesquisa fenomenológica. **Estudos de Psicologia (Natal)**, v. 7, p. 371-378, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/epsic/a/vc3HmxqcjLnrQpFpLwskhzm/abstract/?lang=pt. Acesso em: 28 ago. 2021.

[8] FIGUEIREDO, I. S. G.; LEAL, C. C. S.; PONTES, D. P. N. Presença feminina nos cursos de engenharia e tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 2, p. 7944–7951, 2023. DOI: 10.34117/bjdv9n2-118. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/57432. Acesso em: 25 nov. 2025.

[9] GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro et al. As mulheres praticando ciência no Brasil. **Revista Estudos Feministas**, v. 24, p. 11-30, 2016.

[10] IMBRIZI, Jaquelina Maria; DOMINGUES, Adriana Rodrigues. Narrativas oníricas e a partilha de experiências (extra) ordinárias. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 25, p. e200805, 2021.

[11] LOMBARDI, Maria Rosa. **Perseverança e resistência: a Engenharia como profissão feminina**. 2005. 292 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. Campinas, 2005.

[12] LOMBARDI, Maria Rosa. A engenharia brasileira contemporânea e a contribuição das mulheres nas mudanças recentes do campo profissional. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 2, n. 2, 2006.

[13] MAGALHÃES, Marinêz V. de M. Werneck; ARAÚJO, Thabatta M. A. de; DURÃES, Alba V. A.; DALPRA, Gabriella C. B. C. Presença de mulheres na Engenharia: Um estudo sobre Representatividade no CEFET-MG, campus Divinópolis. *In*: Women In Information Technology (WIT), 19, 2025, Maceió/AL. **Anais**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2025. p. 13-23. ISSN 2763-8626. DOI: https://doi.org/10.5753/wit.2025.7990.

[14] MARQUES, Valéria; SATRIANO, Cecilia. Narrativa autobiográfica do próprio pesquisador como fonte e ferramenta de pesquisa. **Linhas Críticas**, v. 23, n. 51, p. 369-386, 2017.

[15] MARTINS, France Fraiha; CABRAL, Cinara Calvi Anic. **Pesquisa Narrativa em Ensino: possibilidades e desafios**. Brasil, 2021. 1 Vídeo (1:49:20 min). Publicado pelo canal PPGET IFAM. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=vD9e84xsTC4. Acesso em: 16 set. 2025.

[16] MARTINS, Adriana Mello Almeida; DEBACCO, Maria Simone. A formação continuada potencializadora do antirracismo: metodologias ativas uma atitude de insubordinação criativa. **Revista Educar Mais**, v. 7, p. 233-241, 2023.

[17] MINIM, V. P. R.; SILVA, R. R.; MINIM, L. A.; SOUZA, V. R. Análise descritiva: comparação entre metodologias. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 65, n. 374, p. 41-48, 2013. Disponível em: https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/126. Acesso em: 16 set. 2025.

[18] NEXUS – Pesquisa e Inteligência de dados. **Taxa de conclusão feminina em cursos de ciências caiu quase 50%.** Disponível em https://www.nexus.fsb.com.br/estudos-divulgados/conclusao-feminina-em-cursos-de-ciencias-caiu-quase-50-desde-a-pandemia/. Acesso em: 31 out. de 2025.

[19] PAVESI, Sofia Nunes. **Reconhecimento, participação e vivência de mulheres nas Ciências Exatas, Tecnologia, Engenharias e Matemática: um panorama de projetos de extensão universitária brasileiros**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto (Portugal).

[20] SANTANA, Maria da Conceição Beltrão de; ALBUQUERQUE, Janaina Vital de. Deconstructing Prejudices: challenges of distance education and the need for active methodologies. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 20, n. 1, p. 1–23, 2025. DOI: 10.61164/5sgspm43. Disponível em: https://remunom.ojsbr.com/multidisciplinar/article/view/4825. Acesso em: 25 nov. 2025.

[21] SARAIVA, Karla. A produção do feminino nas escolas de engenharia. In: **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)**, 2013. Disponível em https://admin.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/16/artigos/PRP273.pdf. Acesso em: 31 out. 2025.

[22] SCHWANKE, C. M. Relato formativo do curso no âmbito do projeto mulheres nas engenharias: experiências e aprendizagens. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 17, n. 5, p. e8409, 2025. DOI: 10.55905/cuadv17n5-094. Disponível em: https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/8409. Acesso em: 11 set. 2025.

[23] SOUZA, Viviane Viana de. Autorretrato invés de espelho: currículo, autobiografia e diferença. **Revista Brasileira de Educação**, v. 30, e300060, 2025.

CAPÍTULO

03 As metodologias ativas no curso de robótica avançada

José Pinheiro de Queiroz Neto[1], Adriana Gama do Nascimento Maia[2]

A Finlândia, que se tornou independente em 1917, decidiu priorizar a educação como estratégia para o crescimento do país após a Guerra de Inverno com a União Soviética em 1939. Apesar de ser um país inicialmente pobre e de economia rural, a Finlândia tem se destacado em várias áreas. O país ficou em primeiro lugar três vezes seguidas no Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), um exame internacional de avaliação de desempenho no ensino médio. Em 2022, pelo quarto ano consecutivo, a Finlândia foi escolhida como o país mais feliz do mundo, de acordo com um relatório da ONU, e é atualmente um dos países mais empreendedores e inovadores do mundo. Assim como a Finlândia, outros países, como a Coréia do Sul, Suécia, Estônia, Canadá, Eslovênia e Alemanha, repensaram suas práticas de ensino e aprendizagem, dando aos alunos maior autonomia e responsabilidade em seu processo de aprendizagem.

No Brasil, a educação tem experienciado grandes mudanças, principalmente com a promulgação da Constituição de 1988 e continuou pela década de 90 por ocasião da lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996, das propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e a consequente divulgação das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) até a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018. Estes fatos permitiram debates entre os atores pedagógicos sobre as metodologias utilizadas na aprendizagem. Nos debates, as aprendizagens ativas foram apontadas como alternativas importantes para construir o conhecimento em uma perspectiva de formação humana integral. Mudar o paradigma do professor como detentor absoluto do conhecimento e caminhar no sentido de uma aprendizagem centrada no aluno tem sido um dos grandes desafios da educação no Brasil.

As Metodologias Ativas são estratégias de ensino que colocam o aluno como protagonista de sua aprendizagem, estimulando sua autonomia, criatividade e participação. Nestas, temos uma educação centrada no aluno, visando uma formação humana integral que desenvolva todos os aspectos do ser humano, não apenas os cognitivos, mas também os aspectos físico, intelectual, social, político e científico (Sá; Henrique, 2016). Permitem ao aluno construir seu conhecimento de forma significativa, a partir de problemas e situações reais.

[1] Doutor em Ciência da Computação, Pós-Doutorado em Educação Profissional Tecnológica, Professor Titular do Instituto Federal do Amazonas – IFAM. E-mail: *pinheiro@ifam.edu.br*.
[2] Mestra em Educação Profissional Tecnológica. Secretaria de Estado de Educação e Desporto Escolar – SEDUC-AM,. E-mail: adriana.nascimento@educacao.am.gov.br

As metodologias ativas têm sua origem no movimento chamado Escola Nova, a partir de reflexões de John Dewey, William James e Édouard Claparède, nas quais apresentam novas ideias na maneira de ensinar, numa metodologia de ensino centrada na "aprendizagem através do fazer" e na autonomia do aprendiz (Moran; Bacich, 2018).

John Dewey é tido como o precursor de uma das principais metodologias ativas da atualidade, a *Project Based Learning* (PBL), ou Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj). Entretanto, sua disseminação e utilização se devem a William Kilpatrick, quem na prática organizou, estruturou e difundiu o método de projetos (Zabala, 1998).

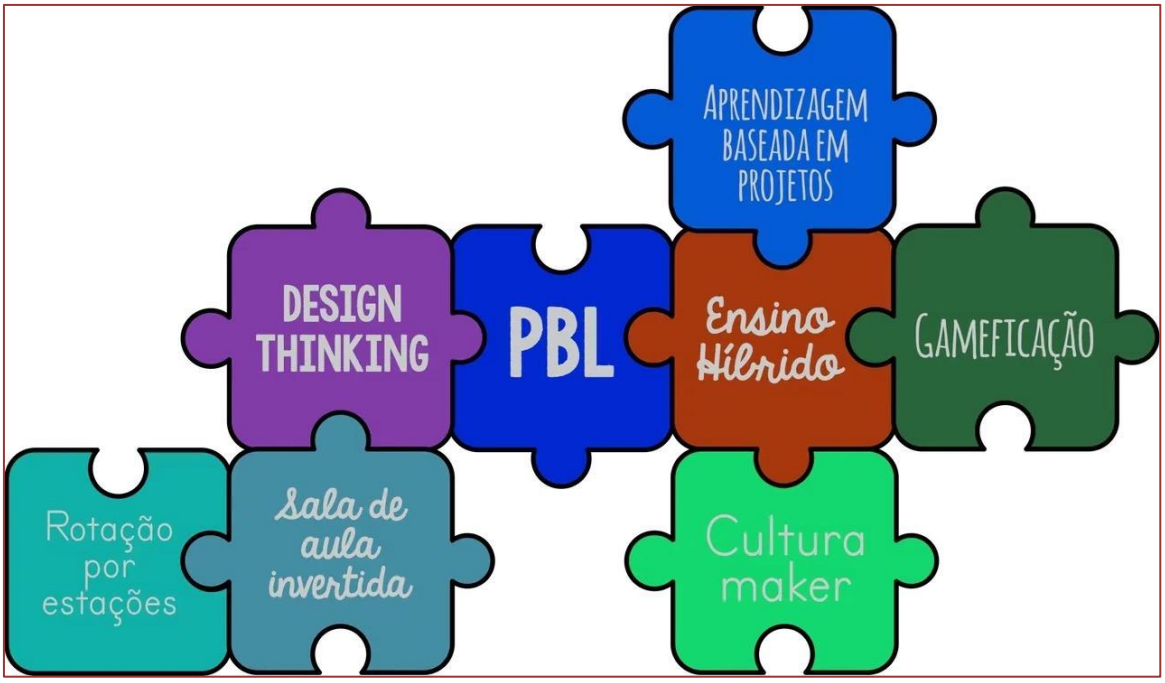
No Brasil, as metodologias ativas surgiram desde a década de 1980 e ganharam espaço no cenário educacional brasileiro, principalmente no contexto da pandemia da Covid-19, que nos impôs um novo e desafiador cenário educacional em 2020. Essas novas alternativas pedagógicas mostram a necessidade de um perfil diferenciado de estudante para conviver na sociedade da informação e da tecnologia, pois o conhecimento tornou-se dinâmico, no qual precisamos fazer novas conexões de fatos e informações, pois tudo está sistematizado. De acordo com (Moran, 2019,p.01):

> As metodologias ativas constituem-se como alternativas pedagógicas que colocam o foco do processo de ensino e aprendizagem nos aprendizes, envolvendo-os na aquisição de conhecimento por descoberta, investigação ou resolução de problemas numa visão de escola como comunidade de aprendizagem (onde há participação de todos os agentes educativos, professores, gestores, familiares e comunidade de entorno e digital) (Moran, 2019).

Entre os princípios que norteiam as metodologias ativas de aprendizagem, estão: problematização da realidade, trabalho colaborativo (em equipe) e professor assumindo um papel de mediador, ou facilitador, do processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, as metodologias ativas podem auxiliar os estudantes a encontrar as respostas para os seus questionamentos e desafios da vida real, já que são estratégias que orientam os processos ativo, reflexivo, de experimentação e análise no processo de ensino e aprendizagem e dão ênfase ao papel de protagonista ao aluno sob a gestão dos professores (MORAN, 2019).

Podemos encontrar uma definição mais objetiva em Rodrigues (2016, p. 2), na qual afirma que as metodologias ativas são "[...] formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos".

Figura 3.1: Exemplos de metodologias ativas.



Fonte: https://br.pinterest.com/pin/594475219550244539/ (2023)

Desde sua difusão, surgiram diversos métodos ativos, que buscam uma aprendizagem por meio da experiência, do desenvolvimento da autonomia, da aprendizagem significativa e do protagonismo. Podemos citar alguns, tais como a Sala de Aula Invertida, Ensino Híbrido, Design Thinking, Arco de Maguerez, Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb) ou *Problem Based Learning* (PBL), Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj) ou *Project Based Learning* (PBL), Aprendizagem Baseada em Equipe (*Team-Based Learning* – TBL), Círculo de Cultura, entre outros. A Figura 3.1 apresenta alguns exemplos de metodologias ativas.

As metodologias ativas colaboram trazendo bons resultados para o processo de ensino-aprendizagem, sendo requisitadas e colocadas em prática por várias instituições de ensino e em todos os níveis, trazendo benefícios tanto para os professores quanto para os alunos. Isto não significa a extinção do método tradicional de ensino; este apenas não pode mais ser o único método trabalhado nas salas de aula, visto ser necessário integrar métodos inovadores para proporcionar uma educação significativa e promover transformações sociais (Diesel; Marchesan; Martins, 2016).

Na capacitação de Robótica Industrial Avançada 2.0, desenvolvida numa parceria entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) e a LG Electronics, utilizamos uma combinação das metodologias ativas: Aprendizagem Baseada em Projeto (*Project-Based Learning* - PBL), Aprendizagem Baseada em Competências (*Competence-Based Learning* - CBL) e o *Design Thinking* (DT), este último uma abordagem prática para a integração de habilidades e mentalidade inovadora na criação de soluções tecnológicas. Esta combinação resulta em um processo de aprendizagem que promove a autonomia dos alunos, exigindo do professor conhecimento e disposição para atuar como mentor. O método coloca o aluno no centro do processo, permitindo-lhe agir de forma

autônoma e visando uma formação humana integral (Barbosa; Moura, 2013) nos aspectos de suas habilidades cognitivas (*hard skills*) e habilidades socioemocionais (*soft skills*).

A escolha se deu principalmente pela natureza da capacitação, com equipes multidisciplinares atuando em times numa perspectiva colaborativa, que proporcionaram o ambiente ideal para o uso de CBL/PBL/DT no desenvolvimento das competências necessárias às aplicações de Robótica Industrial. Entre as habilidades aprimoradas, destacam-se a liderança, a comunicação, a resolução de conflitos, a empatia, a ética, a flexibilidade e a gestão de equipes.

A PBL é um método de ensino que envolve os alunos em projetos do mundo real, significativos para eles. Os alunos trabalham em um projeto por um período definido, resolvendo um problema do mundo real ou respondendo a uma pergunta complexa. Eles demonstram seus conhecimentos e habilidades criando um serviço ou produto para um público real, neste caso, para a empresa parceira do projeto (Almulla, 2020). Nesta capacitação, os projetos tiveram foco na jornada *Hands On* para obter uma solução inovadora a um desafio proposto pela empresa.

Diferente do que alguns possam pensar, a PBL não é apenas "fazer um projeto", e sim uma metodologia mais complexa e completa, que exige pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração e várias formas de comunicação. Os alunos são instigados a usar habilidades de pensamento para buscar, interpretar, utilizar e transformar essas informações, além de aprender a trabalhar em equipe (Torre-Neches, 2020). É possível encontrar na literatura diferentes maneiras de visualizar as etapas para aplicação da PBL, sem, no entanto, divergirem na essência. Neste projeto utilizamos o desenvolvido por Queiroz-Neto et al. (2015), apresentado na Figura 3.2.

Figura 3.2: Etapas da PBL.

Fonte: Traduzido de Queiroz-Neto *et al.*,2015.

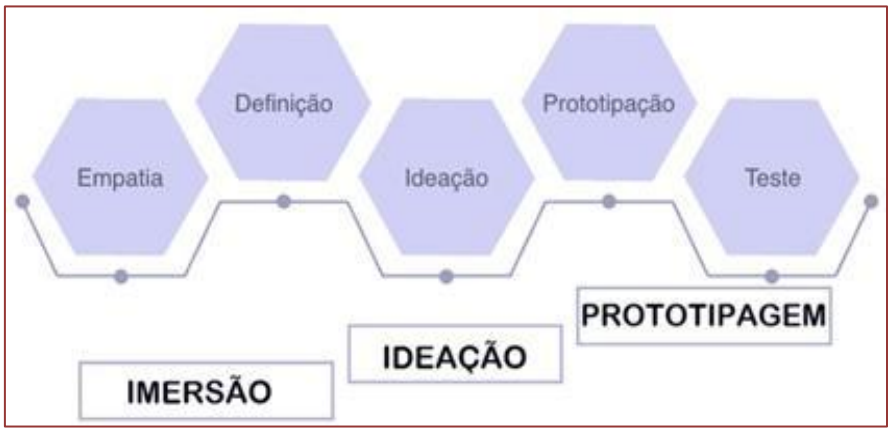
Como maneira de organizar o pensamento inovador, utilizamos *Design Thinking* (DT), que estabelece etapas para a solução de problemas de maneira criativa, levando em consideração as necessidades dos usuários e seus feedbacks na criação de produtos ou serviços. O DT sempre atua com a observação de contextos da vida real, a análise de dados para entender melhor o problema e a adoção de um pensamento criativo para gerar ideias

e testar soluções. O DT não é especificamente um método, mas uma abordagem que organiza ideias para estimular a tomada de decisões e a busca pelo conhecimento, que classicamente possui cinco etapas: empatizar, definir, idealizar, prototipar e testar (Panke, 2019).

Completando o método integrado, a Aprendizagem Baseada em Competências (CBL) é uma abordagem educacional que enfatiza os resultados ao exigir que cada estudante demonstre domínio de habilidades, conhecimentos e atitudes explicitamente definidos — coletivamente conhecidos como competências. Diferentemente dos modelos tradicionais de educação, que frequentemente dependem da progressão baseada no tempo e de avaliações somativas, a CBL fundamenta-se na ideia de que a aprendizagem é melhor medida pelo desempenho no mundo real e pela capacidade de aplicar conceitos em contextos práticos (Rivenbark e Jacobson, 2014).

Na Capacitação Avançada em Robótica Industrial, utilizamos uma versão simplificada do DT resumida em três etapas, que de certo modo, contém as cinco etapas originais (Figura 3.3) que são: imersão (empatia e definições), ideação e prototipação (incluindo testes). A Imersão é a forma de estudar o problema e compreendê-lo sobre diversas perspectivas e definir os limites do projeto, criando-se um entendimento das necessidades a serem sanadas. A Ideação é a geração de propostas de soluções direcionadas por critérios norteadores, oriundos da imersão, de forma a atender as necessidades mapeadas dos clientes e responder ao problema definido. Finalmente, a Prototipação tem como objetivo testar de maneira rápida, com baixo custo, a solução encontrada e submetê-la para aprovação do cliente (Queiroz-Neto *et al.,* 2021).

Figura 3.3: Etapas do Design Thinking.



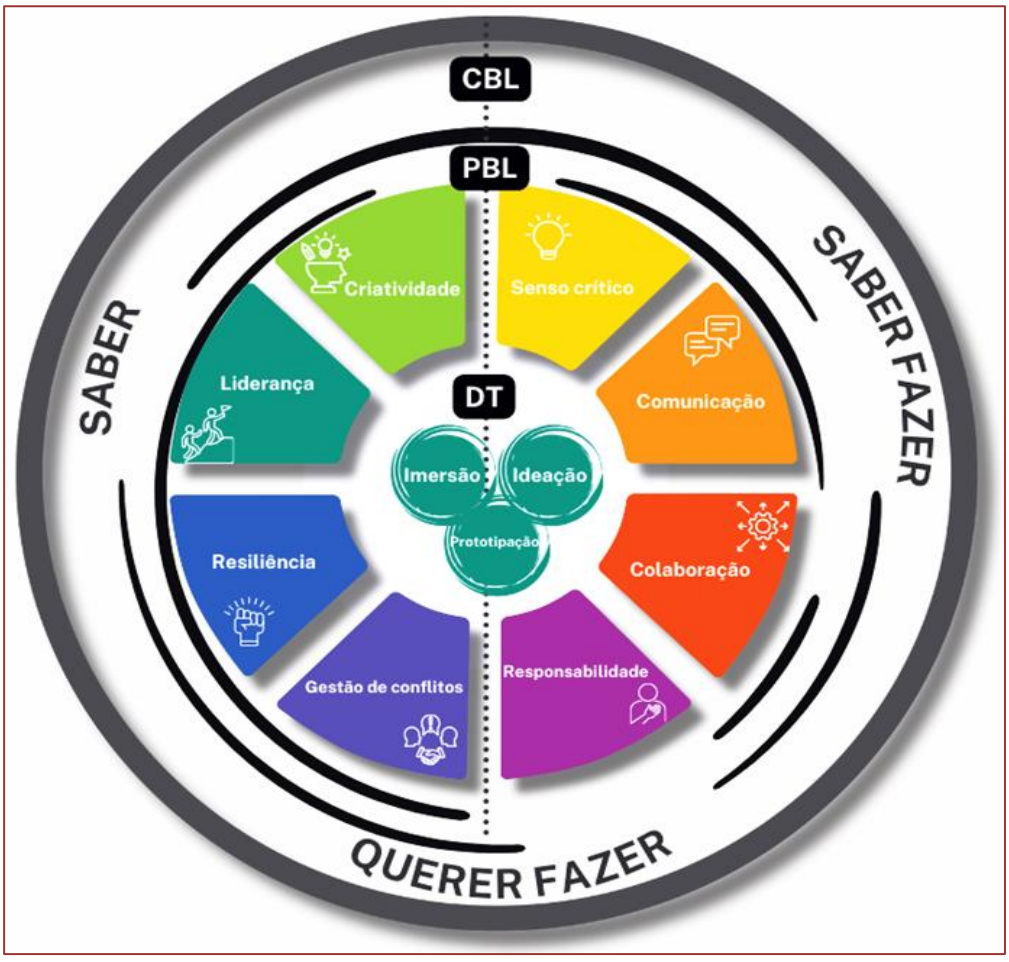
Fonte: Os autores (2023)

A principal diferença desta abordagem, quando comparada à 1ª edição deste livro é de um arcabouço que vai além de desenvolver nos estudantes os conhecimentos cognitivos (*hard skills*) e a formação socioemocional (*soft skills*) com a intenção de criar mudanças atitudinais nos futuros profissionais. Em busca de obter resultados tangíveis aos desafios apresentados pela parceria com a empresa financiadora em um curto período, a solução foi desenvolver a metodologia integrada CBL/PBL/DT como uma abordagem educacional com foco no desenvolvimento de competências mensuráveis nos

alunos, trazendo uma mudança profunda e duradoura na sua formação profissional integral (Queiroz-Neto et al., 2025).

A Figura 3.4 apresenta a integração da PBL e DT ao Ensino Baseado em Competências (CBL). Nesta, a DT está inserida, como método de desenvolvimento organizado de um produto inovador, dentro do arcabouço da PBL, com suas etapas descritas na Figura 3.2 e as *soft skills* que resultam dela, que se integram as etapas da DT (Figura 3.3), e tudo isto dentro de um enfoque metodológico do desenvolvimento de competências que se sumarizam no Saber (conhecimento), Saber Fazer (habilidades) e Querer Fazer (atitudes), ilustrados na Figura 3.3.

Figura 3.4: Proposta metodológica CBL/PBL/DT.



Fonte: Queiroz-Neto *et al.* (2025)

O ensino por competências é uma abordagem de ensino que prioriza o desenvolvimento de competências em situações reais e complexas (Açikgöz; Babadoğan, 2021). Essa abordagem visa formar profissionais que sejam capazes de enfrentar desafios e se adaptar a diferentes contextos. Algumas características do ensino por competências são:

- Os alunos aprendem fazendo, no seu próprio ritmo;

- Os alunos demonstram os resultados de aprendizagem desejados;
- Os alunos aprendem a mobilizar conhecimentos, habilidades e atitudes;
- Os alunos aprendem a resolver problemas complexos;
- Os alunos aprendem a interagir uns com os outros de forma colaborativa e proativa.

Com isto oportunizamos aos alunos desenvolverem a autonomia, liderança, resiliência, gestão de conflitos, responsabilidades, colaboração, comunicação e o senso crítico, entre outras, como na fase anterior do projeto, mas também trazemos a eles o sentido do querer fazer, as questões atitudinais que definem quando se obtém de fato a competência para aquela atividade.

Esta proposta proporciona ao estudante uma formação humana integral, contrária àquela proposta pela escola dual na qual a educação profissional e tecnológica brasileira foi construída. Sendo assim, tem-se o entendimento da formação humana integral como aquela que gira em torno da integração de todas as dimensões e potencialidades do indivíduo no processo educativo. Essas dimensões, segundo Frigotto (2012, p. 267) "envolvem sua vida corpórea material e seu desenvolvimento intelectual, cultural, educacional, psicossocial, afetivo, estético e lúdico".

Portanto, a formação omnilateral dos sujeitos implica a integração dos aspectos fundamentais da vida como prática social. De acordo com Ramos (2008), esses aspectos são o trabalho, entendido como realização humana inerente ao ser e como prática econômica; a ciência, compreendida como os conhecimentos produzidos pela humanidade e que possibilita o contraditório avanço do capitalismo; e a cultura, que corresponde aos valores éticos e estéticos que direcionam as normas de conduta de uma sociedade.

De modo pragmático, a integração CBL/PBL/DT se dá num processo simbiótico, no qual a relação é mutuamente vantajosa, onde os métodos são beneficiados por esta integração. A PBL desenvolve toda a organização geral do projeto, definindo suas etapas macro, ao longo da capacitação, particularmente a fase *hands on*, o conceito de mentoria no lugar de aulas, a opção pelo foco no estudante e em sua autonomia e protagonismo.

Nesta abordagem centrada no estudante, os educadores começam estabelecendo objetivos claros, baseados em competências, que articulam o que se espera que os aprendizes saibam e façam. A instrução é então adaptada para atender a essas metas específicas, frequentemente por meio de métodos de ensino diferenciados, projetados para acomodar estilos e ritmos individuais de aprendizagem. Avaliações contínuas e variadas fornecem feedback constante, garantindo que os estudantes não apenas compreendam o conteúdo, mas também aprimorem suas habilidades por meio da prática iterativa antes de avançar para tópicos mais complexos. Esse modelo dinâmico promove o aprendizado personalizado e prepara melhor os alunos para os desafios dos ambientes profissionais e cotidianos (Alt *et al.*, 2023).

Um aspecto fundamental da Metodologia CBL/PBL/DT utilizada é a quebra de paradigmas dos professores, pois esta exige uma postura diferente dos métodos tradicionais. O professor atua didaticamente para facilitar a construção de conhecimento, sendo um mentor ou mediador, de modo a levar os estudantes a aprenderem a aprender, adquirindo, assim, competências e diversas habilidades.

Na Capacitação Avançada em Robótica Industrial, antes mesmo do início das atividades com alunos, o primeiro passo foi a formação dos professores na metodologia CBL/PBL/DT. Nesta formação, o pesquisador educacional do projeto desenvolveu uma oficina com os docentes, na qual tiveram um conhecimento teórico e prático da metodologia, alinhando conceitos e compartilhando ferramentas, em particular com a questão da postura docente, que atua menos como difusor do conhecimento e mais como facilitador da aprendizagem. Além disto, o projeto previu um pesquisador orientador, para contribuir com os alunos na jornada *Hands On*, como apoio adicional para que estes pudessem utilizar corretamente a metodologia. A Figura 3.5 apresenta dois momentos, teórico e prático, da formação dos professores.

Figura 3.5: Formação docente no uso da metodologia PBL/DT

Fonte: Os autores (2025)

Outra questão fundamental, que precisa estar alinhada com a metodologia utilizada, é a maneira de avaliação dos resultados em cada módulo e ao longo da capacitação. A avaliação neste tipo de capacitação tem historicamente partido de modelos quantitativos, numa perspectiva probatória e, em alguns casos, atribuídas a estas um caráter punitivo e de finalidade do processo de ensino e aprendizagem. Em nossa metodologia, é importante utilizar a Avaliação Formativa.

Em 1967, Michael Scriven propôs a distinção entre avaliação formativa e quantitativa. A avaliação formativa ganhou relevância com os estudos de Benjamin Bloom em 1971, sendo associada a funções como diagnóstico e regulação pedagógica. Diferente da avaliação quantitativa, a formativa foca no processo de ensino-aprendizagem, não se limitando a medir o quanto se aprendeu, mas sim o que foi aprendido, assumindo um caráter pedagógico (Barreira, 2019).

A avaliação formativa identifica e corrige dificuldades de aprendizagem, ajustando as práticas docentes às necessidades dos alunos. Ela é diagnóstica, processual, descritiva e qualitativa, indicando os níveis atingidos pelos alunos e as estratégias necessárias para avanços futuros. Textualmente, “envolve, portanto, sistemas mais abertos de avaliação a serviço das orientações das aprendizagens dos alunos e não apenas do registro burocrático de seus resultados” (Batista et al. 2007, p.7).

Do ponto de vista prático, as turmas se organizaram em times que receberam desafios da empresa LG *Electronics* e, através da CBL/PBL/DT e ao longo dos módulos da capacitação, desenvolveram projetos com fins de obter uma solução inovadora aos

desafios propostos. Para atingir o objetivo, os projetos estiveram relacionados com os conteúdos da capacitação e foram direcionados a desafios que levassem os alunos a desenvolverem os conceitos, princípios básicos e habilidades envolvendo a Robótica Industrial, dentro de um processo prático (*hands on*) e criativo.

O método de avaliação formativa ocorreu em duas etapas: avaliações parciais semanais, mensais e uma avaliação final. As avaliações parciais eram realizadas semanalmente em reuniões com os times e observações do orientador, e mensalmente com a equipe gestora da capacitação, onde os alunos apresentaram a progressão do projeto. A avaliação final ocorreu no final da capacitação, em um evento com a participação dos professores e gestores da LG *Electronics*, chamado *DemoDay*. O foco da apresentação final não foi o protótipo em si, também importante, mas principalmente a aprendizagem dos alunos.

REFERÊNCIAS

[1] AÇIKGÖZ, T.; BABADOĞAN, M. Competency-based education: theory and practice. ***Psycho-Educational Research Reviews*** v. 10, n. 3, p. 67–95, 2021. DOI: https://doi.org/10.52963/PERR_Biruni_V10.N3.06.

[2] ALMULLA, M. A., The effectiveness of the project-based learning (PBL) approach as a way to engage students in learning. **SAGE** Open, vol. 10, n. 3, July 2020.

[3] ALT, D.; NAAMATI-SCHNEIDER, L.; WEISHUT, D. J. N. Competency-based learning and formative assessment feedback as precursors of college students' soft skills acquisition. ***Studies in Higher Education***, v. 48, n. 12, p. 1901–1917, 2023. DOI: https://doi.org/10.1080/03075079.2023.2217203.

[4] BARBOSA, E.F; MOURA, D.G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **Tec. Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, maio/ago. 2013. Disponível em: http://www.bts.senac.br/index.php/bts/article/view/349. Acesso em: 2 nov. 2023.

[5] BARREIRA, C. Concepções e práticas de avaliação formativa e sua relação com os processos de ensino e aprendizagem. In book: **Avaliar para aprender no Brasil e em Portugal: perspectivas teóricas, práticas e de desenvolvimento** (pp.191-218). Editora CRV Ltda. DOI: 10.248224/978854443463.5. Setembro, 2019.

[6] BATISTA, A.G.B.; SILVA, C.S.R.; BREGUNCI, M.G.; VAL, M.G.F.C.; CASTANHEIRA, M.L; MONTEIRO, S.M.; FRADE, I.C.A.S. **Alfabetização e letramento: questões sobre avaliação. In: Pró-letramento: programa de formação continuada de professores dos anos/séries iniciais do ensino fundamental: alfabetização e linguagem**. ed. rev. e ampl. Incluindo Saeb/Prova Brasil matriz de referência/Secretaria de Educação Básica- Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 2007. 50p.

[7] DIESEL, A.; MARCHESAN, M. R.; MARTINS, S. N. Metodologias ativas de ensino na sala de aula: um olhar de docentes da educação profissional técnica de nível médio. **Signos**, Lajeado, ano 37, n. 1, p. 153-169, 2016. ISSN 1983-0378.

[8] FRIGOTTO, G. Educação omnilateral. In: CALDART, R. S. et al. **Dicionário da Educação do Campo**. Rio de Janeiro, São Paulo: Expressão Popular, 2012.

[9] MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 2-25.

[10] MORAN, José. **Metodologias ativas de bolso: como os alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda**. São Paulo: Editora do Brasil, 2019.

[11] PANKE, S. Design thinking in education: perspectives, opportunities and challenges. **Open Education Studies**, v. 1, n. 1, p. 281-306, 2019. DOI: https://doi.org/10.1515/edu-2019-0022.

[12] QUEIROZ-NETO, J. P.; SALES, D. C.; PINHEIRO, H. S.; NETO, B. O. Using modern pedagogical tools to improve learning in technological contents. In: **IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE**, 2015, El Paso, TX. *Proceedings...* El Paso: IEEE, 2015. p. 1-8. DOI: 10.1109/FIE.2015.7344383.

[13] QUEIROZ-NETO, J. P.; FARIAS, M. S. F.; CHAGAS, E. L. T. Project based learning e design thinking em um projeto de intercâmbio. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 16, n. 3, p. 1791-1806, jul./set. 2021. e-ISSN 1982-5587. DOI: https://doi.org/10.21723/riaee.v16i3.14557.

[14] QUEIROZ-NETO, J. P.; NASCIMENTO, J. F. L.; LACERDA JR., J. S.; RODRIGUES, M. A. S.; CARVALHO, D. V.; GOUVEA, N. A. Building competencies for Industry 4.0: integrated approach using competency-based, project-based, and design thinking methods in applied industrial robotics. In: **IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING EDUCATION**, 14., 2025, Kuching, Malaysia. *Proceedings...* 2025. p. 1.

[15] RIVENBARK, W. C.; JACOBSON, W. S. Three principles of competency-based learning: mission, mission, mission. ***Journal of Public Affairs Education***, v. 20, n. 2, p. 181–192, 2014.

[16] RODRIGUES, G. S. Análise do uso da metodologia ativa Problem Based Learning (PBL) na educação profissional. **Periódico Científico Outras Palavras**, v. 12, n. 2, p. 24-34, ano 2016.

[17] SÁ, L.; HENRIQUE, A. Do ensino médio integrado à formação humana integral e integrada. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO**, 2016, Natal. Anais do III Conedu, 2016. v.1.

[18] TORRE-NECHES, B.; RUBIA-AVI, M.; APARICIO-HERGUEDAS, J. L. Project-based learning: an analysis of cooperation and evaluation as the axes of its dynamic. **Humanities and Social Sciences Communications**, v. 7, p. 167, 2020. DOI: https://doi.org/10.1057/s41599-020-00663-z

[19] ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

CAPÍTULO

04 Sistema de detecção de defeito na montagem do parafuso de fixação de motor

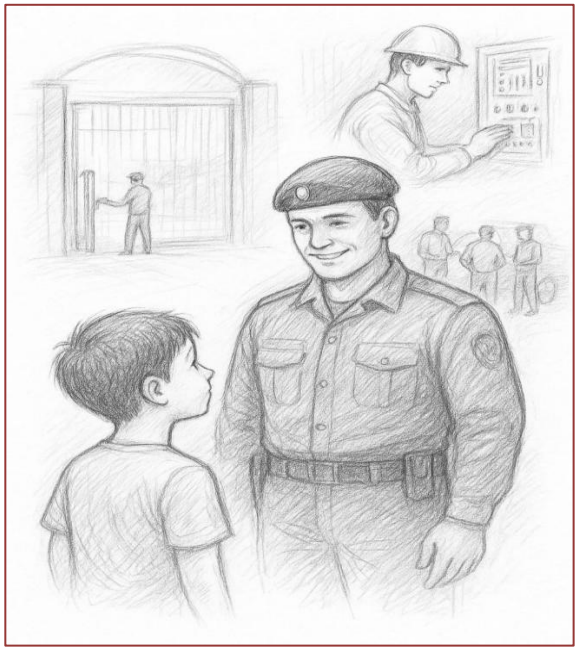
Alexsander Alves dos Santos[1], Andrew Costa Pereira[2], Arleson Bruno Gama Pinto[3], Benedito Sávio Ferreira Lobato[4], Izaquias Silva de Paula[5]

1. CONHECENDO OS AUTORES

Alexsander Alves dos Santos

Não lembro onde e quando ouvi a pergunta que talvez toda criança tende a ser questionada: o que você quer ser quando crescer? Seja na escola ou em algum lugar familiar ou em uma música que estava tocando, ou até mesmo ser contada por alguém próximo, o que lembro bem é que eu tinha certeza do que queria ser. Como toda criança se espelha principalmente em seus pais, assim foi comigo, e a resposta era: quero ser policial militar, assim como meu pai. Eu tinha muito orgulho disso, pois, eu o via chegar fardado, seu semblante não mostrava sinais de cansaço, apenas felicidade (Cf. Figura 4.1).

Figura 4.1: Meu mundo



Fonte: Alexsander Alves (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT.

[1] Técnico em Automação Industrial. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: tec_alexsander@hotmail.com
[2] Técnico em Automação Industrial. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: andrewcosta0@gmail.com
[3] Bacharel em Engenharia Elétrica. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: arleson.pinto@gmail.com
[4] Bacharel em Engenharia Elétrica. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: savio.bslobato@gmail.com
[5] Tecnólogo em Automação Industrial. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: s.izaquias17@gmail.com

Quando concluí o ensino médio, percebi que não seria fácil atingir esse objetivo, devido a oportunidades, pois eram poucos concursos oferecidos, porém quando se tinha, a concorrência era muita. Como eu não poderia esperar muito, fui atrás de algum emprego, e meu primeiro emprego foi na indústria, minha função não era de operador, mas de segurança patrimonial, como agente de portaria. Durante um ano fazendo várias atividades, sendo uma delas abrir e fechar portões para os veículos acessarem o estabelecimento.

Conheci um pequeno grupo que tinha algo em comum, todos tinham carro, tive curiosidade, por isso perguntei “Com o que vocês trabalham?” e então, me responderam, eram técnicos de manutenção e atuavam em diversas áreas, elétrica, mecânica, eletrônica e programação. Daquele momento, fui me interessando mais pelo ramo, ingressei e formei no curso de técnico em automação industrial e no percorrer da formação, tive certeza de que era minha vocação, pois a cada aprendizado eu ficava fascinado e com mais ânsia de aprender.

Andrew Costa Pereira

Uma das animações que tenho muita nostalgia e algum afeto chama-se “Megamente”, onde se tem os personagens notáveis como Metroman, Minion, Hal e o protagonista que se chama como no título da animação, o que me chama bastante atenção é a sua genialidade, um ser com uma grande criatividade e capacidade de inventar tecnologias, após assistir pela primeira vez, foi como se despertasse algo no qual eu seguiria e teria uma grande paixão, a Robótica, mesmo não tendo conhecimento sobre a área, eu queria de alguma forma mexer com isto, inventar, solucionar, entender de algum jeito essa imensidão tecnológica (Cf. Figura 4.2).

Figura 4.2: Minhas invenções

Fonte: Andrew Costa (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT.

Desmontando carrinhos de controle remoto e pegando o "motorzinho" e colocando para funcionar com uma pilha, me animava de uma forma que eu queria apenas fazer mais, desse fato, eu concluo que naquele momento minha jornada começou, porém, houve desafios, concluí meu ensino fundamental e médio em escola pública, e com muito estudo e esforço, ingressei numa faculdade pública, no curso de Matemática pura e aplicada, muito animado tentei seguir, porém, a minha paixão falou mais alto, tranquei e logo em seguida ingressei num curso técnico em automação industrial, onde consegui ter mais contato com a área da robótica e aprender um pouco do "Por que?" e "Como" as coisas acontecem nessa tecnologia.

No entanto, com a ânsia de me aprofundar mais nesse mundo, assim que concluí o ensino técnico, ingressei novamente em uma faculdade pública, porém em outro curso, que se chama Tecnologia em Mecatrônica industrial, hoje em dia vejo que foi uma das melhores escolhas que fiz na minha vida, porque junto com esta, tinha algo que eu desejava há um tempo, e contava os dias e meses para eu ter a oportunidade de fazer parte dessa jornada, no último período da faculdade, ao qual estou me formando, consegui ser selecionado para o curso de Capacitação avançada em Robótica Industrial ofertada em parcerias com IFAM, FAEPI E LG *Eletronics*.

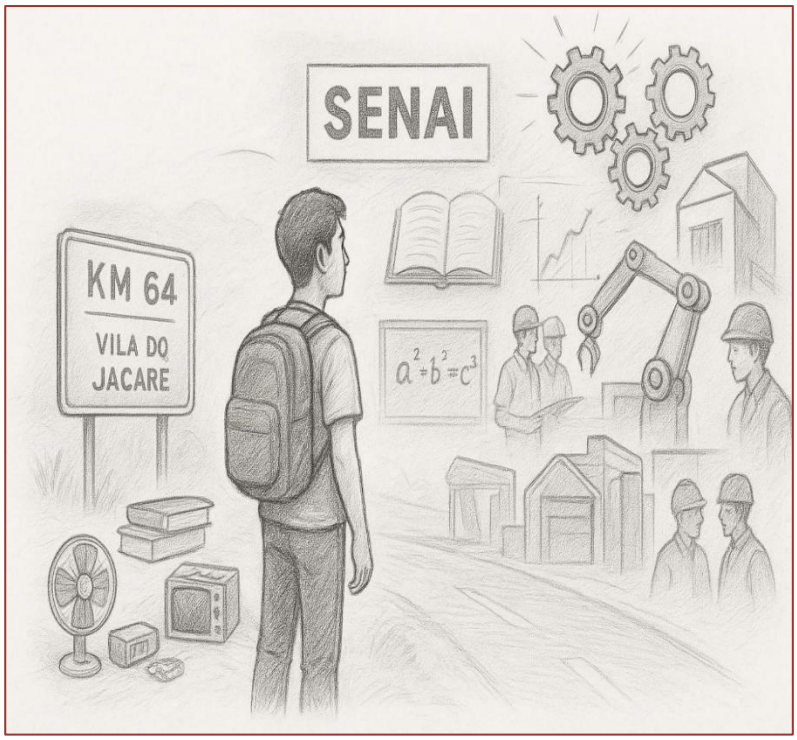
Um curso que foi sendo incrível, com pessoas interessantes e que tem a mesma ambição e vontade de aprender, é gratificante fazer parte disto, agrega tanto ao meu conhecimento profissional quanto a meu conhecimento pessoal, tenho uma imensa gratidão e um grande orgulho, mas não só de mim, mas também da minha família, que estão muito felizes e sempre me apoiam, e tem conhecimento do quanto este curso vai fazer diferença na minha vida.

Arleson Bruno Gama Pinto

Nasci em Manaus, mas minha infância e adolescência foram marcadas por mudanças constantes pelo interior do Amazonas, acompanhando meu pai devido ao seu trabalho. Vivemos na estrada AM-70, no quilômetro 64, na Vila do Jacaré, em Manacapuru, passamos também por municípios como Guajará-AM, entre outros. Com o tempo, percebi que, se continuasse me mudando, não conseguiria focar nos estudos. Sempre acreditei que a educação era o caminho para uma vida melhor, então, aos 16 anos, tomei a difícil decisão de sair da casa dos meus pais e voltar para Manaus, determinado a construir um futuro através do conhecimento.

Minha rotina era intensa. Pela manhã, estudava Eletroeletrônica no Senai; à tarde, fazia o ensino médio; à noite, cursava Técnico em Eletrotécnica; e, de madrugada, realizava as atividades escolares. Desde criança, sempre fui curioso e gostava de consertar eletrônicos como ventiladores, rádios e televisores. Quando comecei a estudar, percebi que poderia dar movimento a objetos, combinando válvulas pneumáticas, engrenagens e programação. Esse mundo da tecnologia me fascinou cada vez mais (Cf. Figura 4.3).

Figura 4.3: Meu desenvolvimento



Fonte: Arlesson Bruno (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT.

Minha carreira começou como aprendiz na LG, onde tive contato direto com a automação industrial. Ao observar os técnicos, percebi o quanto ainda precisava aprender. Com a mesma dedicação que tive nos estudos, busquei conhecimento e me aperfeiçoei a cada dia. Minha paixão sempre foi dar vida a sistemas inanimados, tornando-os funcionais e eficientes.

Hoje, continuo minha jornada na área de automação, buscando evoluir cada vez mais, com grandes expectativas para o futuro. A curiosidade e a vontade de aprender sempre foram meus maiores impulsionadores, e sigo motivado a transformar desafios em oportunidades, contribuindo para o avanço da tecnologia e da indústria.

Benedito Sávio Ferreira Lobato

Nascido em uma pequena cidade no interior do Amazonas chamada Nhamundá, me chamo Benedito Sávio Ferreira Lobato e apesar de ser natural desta cidade, cresci em Terra Santa, uma charmosa cidade repleta de belezas naturais que fica localizada no Oeste do estado do Pará.

Minha infância na cidade natal foi marcada por uma forte conexão com a natureza; as inesquecíveis brincadeiras de criança, crescendo com certa responsabilidade, trabalhando e ajudando meus pais, estudando e sempre curioso, apesar da pouca tecnologia que estava ao meu alcance. Ao completar dezoito anos de idade e finalizar o ensino médio, devido o acesso a graduação ser considerado difícil para cidades do interior, tive que mudar para a capital Manaus. Em 2016 me alistei no exército brasileiro, a fim de realizar um desejo de meu pai, porém, não obtive sucesso e fui dispensado no

final daquele mesmo ano; então em 2017 decidi dar um novo passo e iniciei a graduação em Engenharia Elétrica na Faculdade FUCAPI. A escolha da área foi devido a admiração por tecnologia e seu desenvolvimento, afinal, acredito que as descobertas tecnológicas contribuem significativamente para o desenvolvimento do mundo.

A vida acadêmica é repleta de altos e baixos e a minha não foi muito diferente. Os anos de faculdade foram recheados de ótimas experiências, desde as amizades constituídas ao longo dessa jornada, a gama de aprendizado ao longo dos cinco anos e meio, até os desafios do dia a dia. No ano de 2021, que seria o ano de finalização da minha graduação, comecei uma nova experiência no distrito industrial de Manaus. Iniciei minha carreira profissional na área técnica e junto com essa nova experiência, vieram os conhecimentos adquiridos na área e a chance de aplicar na prática o que já tinha aprendido na teoria. Com essa experiência veio também o primeiro contato com a robótica, foi uma área que realmente chamou muito minha atenção, fiquei muito impressionado quando vi um manipulador de seis eixos manuseando uma peça com extrema precisão, força e velocidade. Então pensei “Preciso aprender mais sobre essa tecnologia” (Cf. Figura 4.4).

Figura 4.4: Minha trajetória

Fonte: Benedito Sávio (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT.

Como sempre fui curioso, tentei me aprofundar e conhecer mais sobre a área da robótica. Na própria empresa que trabalhei, sempre me ofereci para executar e auxiliar nas atividades e manutenções das células robotizadas. Percebi que precisava ir em busca de cursos teóricos sobre robótica para aprender os fundamentos dessa área que tanto chamou minha atenção. Porém os cursos dessa área são caros e de difícil acesso sendo até ministrado em outros estados. Em minhas buscas por cursos nessa área, encontrei a

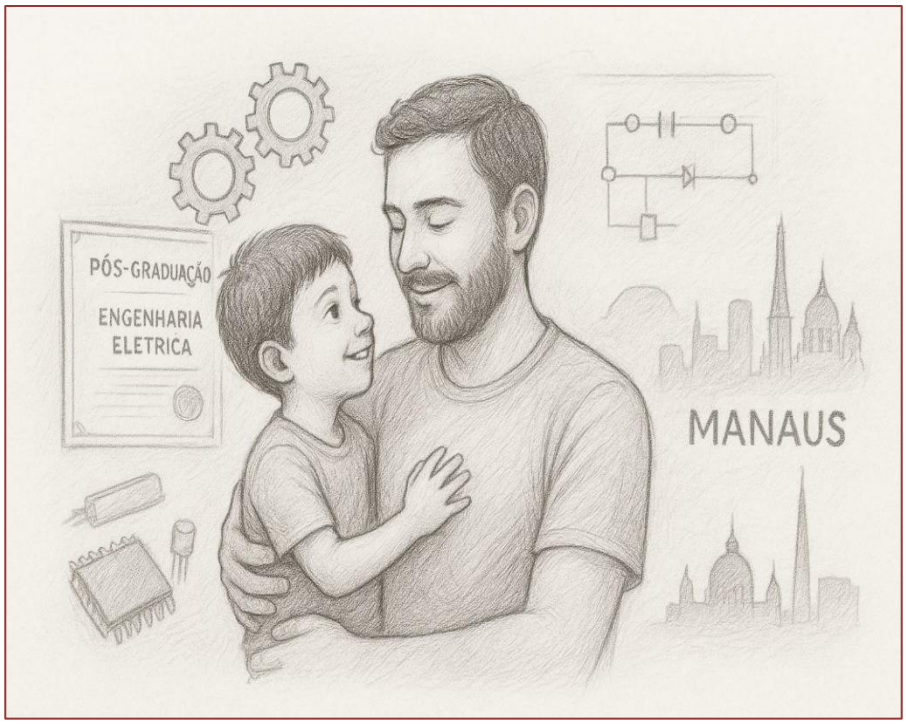
oportunidade oferecida pelo IFAM em parceria com a *LG Eletronics* e me inscrevi como profissional graduado da área e para minha felicidade, fui aprovado para fazer a capacitação avançada em robótica industrial.

Com a conclusão do curso posso dizer que foi uma excelente experiência, com certeza contará muito para minha carreira como profissional e com certeza buscarei me aprofundar cada vez mais nesta área que é de extrema importância para a indústria brasileira.

Izaquias Silva de Paula

Meu nome é Izaquias Silva de Paula, tenho 37 anos e sou pai do Nicolas Xavier, de 5 anos. Nasci no município de Careiro (AM) e, desde a infância, sempre fui fascinado por novas tecnologias e por enfrentar desafios. Cresci em um ambiente familiar onde meu pai sempre me incentivou a estudar, o que influenciou diretamente minha formação acadêmica e minha postura diante da vida (Cf. Figura 4.5).

Figura 5: Família



Fonte: Izaquias Silva (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT.

Em 2008, em busca de melhores oportunidades e qualidade de vida, mudei-me para Manaus (AM). Desde então, dediquei-me aos estudos e à capacitação profissional, sempre com o objetivo de evoluir como ser humano e como profissional. Desde muito jovem compreendi que nada vem fácil. No entanto, com dedicação, esforço e perseverança, é possível superar até os obstáculos mais difíceis. Essa mentalidade me guiou ao longo da minha jornada e continua sendo o alicerce da minha trajetória.

Minha formação começou em 2014, no curso de Eletrotécnica. Posteriormente, cursei o Tecnólogo em Automação Industrial e concluí uma pós-graduação em Engenharia Elétrica. Durante esse processo, venho me desenvolvendo continuamente, tanto na área técnica quanto no aspecto pessoal. Cada conquista representa mais do que uma vitória individual: é uma chance de crescimento, reinvenção e superação. Acredito que a disciplina, a perseverança e a dedicação foram os principais fatores que me permitiram chegar até aqui. Sinto-me inspirado e, ao mesmo tempo, espero poder inspirar as novas gerações com a minha história.

Uma das experiências mais marcantes da minha vida foi uma viagem a São Paulo, onde tive a oportunidade de me aperfeiçoar na área de automação industrial. Durante essa vivência, participei de diversos workshops, conheci profissionais renomados e enfrentei desafios que fortaleceram ainda mais meu compromisso com a excelência.

Atualmente, trabalho na LG e sigo buscando constantemente meu aperfeiçoamento pessoal e profissional. Encaro o futuro com otimismo, coragem e determinação. Estou sempre em busca de novos desafios e aprendizagens, com a certeza de que minha trajetória pode servir de exemplo e motivação para todos aqueles que acreditam em seus sonhos — assim como eu sempre acreditei, de forma irrefragável e irretorquível.

2. NOSSO DESAFIO

O desafio consiste em desenvolver uma solução para uma linha de montagem onde parafusos precisam ser corretamente posicionados, detectados e contabilizados durante o processo produtivo. A atividade exige analisar o fluxo da operação e identificar possíveis falhas, como ausência de parafusos ou peças mal posicionadas, propondo mecanismos capazes de garantir precisão e repetibilidade. Para isso, devem ser considerados sensores, atuadores e lógica de controle aplicados ao processo, utilizando também a robótica industrial, para assegurar que o produto final saia da linha dentro do padrão de qualidade, evitando retrabalho ou interrupções.

2.1. IMERSÃO

Durante a produção das unidades externas de ar-condicionado, o motor da condensadora deve ser fixado com quatro parafusos. Foi identificado que, algumas peças, um ou mais parafusos estavam ausentes, o que compromete o funcionamento adequado do equipamento, foi identificado 6 modelos de motores, e o parafuso para fixação ao qual o problema é mais recorrente de acordo com o modelo: M5 X 15mm, *philips* cabeça abaulada.

Impactos do Problema:

- Ruídos e vibração excessiva no funcionamento
- Danos ao motor
- Reclamações de Clientes e Retrabalho
- Comprometimento da imagem da Empresa

Fluxo do desafio

1. Abastecimento de parafusos na estação de montagem
   - Realizado manualmente no início do turno.
   - Risco: quantidade insuficiente pode passar despercebida.
2. Montagem do motor no suporte de fixação
   - Operador fixa o motor com 4 parafusos (deveria).
   - Falha: operador esquece ou não percebe a ausência de 1 parafuso.
3. Verificação de qualidade (amostragem)
   - Conferência visual, não detalhada, podendo ter erros na inspeção.
4. Consequências
   - Retrabalho e atraso na produtividade.

Pesquisa realizada

- Observação em campo, acompanhando diretamente o processo de montagem na linha.
- Entrevistas com operadores, técnicos de manutenção e qualidade.
- Análise documental com revisão de manuais técnicos, instruções de trabalho e registros de falhas.
- Coleta de dados históricos, tendo um levantamento de ocorrências de falhas mais frequentes em quais modelos e qual turno apresenta maior ocorrência.

Principais resultados

- Operadores frequentemente trabalham com bandejas manuais de parafusos, sem controle automático de quantidade e sem inspeção no início do processo.
- Frequência da falha é maior no turno comercial, indicando possível falha de supervisão ou treinamento.
- O controle de qualidade é feito por amostragem e não garante verificação completa da fixação.

Assim, essa primeira fase oportunizou ao time um mergulho no contexto do desafio para compreendê-lo e estabelecer as primeiras questões que poderiam direcionar o nosso fazer. Final desse processo, o time apresentou o seu resultado, conforme Figura 4.6.

.

Figura 4.6: Imersão

Fonte: Os Autores (2025).

2.2. IDEAÇÃO

Com o objetivo de estimular a criatividade e promover a geração do maior número possível de soluções, a etapa de ideação foi conduzida de maneira colaborativa, envolvendo de forma ativa todos os integrantes do grupo. Para tanto, foram empregados diversos recursos metodológicos, tais como brainstorming grupal (realizado sem julgamentos prévios e valorizando todas as contribuições), a construção de mapas mentais e a aplicação de uma matriz de decisão para avaliação das ideias propostas.

Durante a sessão de brainstorming, a equipe identificou múltiplas alternativas para solucionar a ausência do parafuso de fixação do motor, contemplando diferentes níveis de automação e a integração de tecnologias alinhadas à Indústria 4.0. Entre as soluções propostas, destacam-se: inspeção por meio de câmera de visão computacional acoplada a robôs industriais; implementação de sistema Poka-Yoke com sensores; uso de parafusadeira computadorizada; e adoção de luz guia combinada a checklist digital.

A organização e seleção das ideias considerou parâmetros técnicos específicos, tais como impacto na qualidade do produto, viabilidade de implementação e custos relacionados à execução de cada alternativa.

A ideia mais viável

De acordo com a matriz de decisão, a solução que apresenta inspeção com câmera de visão computacional integrada a robôs, foi a que teve maior pontuação no somatório, sendo a alternativa com melhor equilíbrio entre impacto na qualidade, facilidade de implementação e custo moderado.

- Alto impacto na qualidade do produto, pois garante que todos os parafusos estejam corretamente fixados antes de liberar a peça.
- Não exige grandes alterações físicas na linha.

- O retorno sobre o investimento será rápido, devido à redução de perdas, retrabalhos e tempo de inspeção manual.
- Apresentação do resultado no contexto do projeto (Cf. Figura 4.7)

Figura 4.7: Ideação

Fonte: Os Autores (2025).

2.3. PROTOTIPAGEM

Com base na etapa de ideação, procedeu-se à seleção da proposta considerada mais viável e factível, culminando, em sequência, no início do desenvolvimento do protótipo. Devido à indisponibilidade da peça principal no tempo necessário para o avanço do projeto, foi necessário utilizar amostras similares ao desafio proposto. Para tanto, optou-se pela fabricação de um conjunto de peças equivalentes por meio de impressão 3D.

O protótipo desenvolvido compõe-se por uma esteira transportadora munida de guia e cilindro de parada, dispositivos destinados à centralização dos componentes. O processo, originalmente manual, passou a contar com automação crescente. Ademais, foi integrada uma câmera ao sistema, empregando visão computacional para a identificação da presença de parafusos, assegurando a execução correta das fases subsequentes.

No estágio de montagem, destaca-se a utilização de um robô Yaskawa acoplado a uma parafusadeira, com vistas à implementação automatizada da etapa de parafusamento, conforme delineado no projeto inicial. Embora tenha sido considerada a adoção de sistemas automáticos de “auto-screw”, restrições relacionadas aos custos dificultaram outras estratégias de solução e, por esse motivo, o robô foi empregado para representar tal mecanismo na simulação dos processos industriais previstos (Cf. Figura 4.8).

Figura 4.8: Prototipação

Fonte: os Autores (2025)

3. NOSSO PROCESSO FORMATIVO

3.1. COMO FOI O PROCESSO?

O desenvolvimento do curso ocorreu de forma progressiva e organizada, os professores conduziram uma sequência de aulas teóricas e práticas, abordando desde os fundamentos iniciais da robótica industrial até aplicações mais aprofundadas encontradas no ambiente industrial. A turma teve a oportunidade de compreender os conceitos essenciais de automação, padrões de segurança e funcionamento de componentes utilizados em sistemas produtivos. Esse início foi fundamental para criar uma base sólida que permitiu avançar para temas mais específicos e contextualizados.

O processo formativo também contou com atividades em equipe, simulando situações reais da indústria e promovendo a cooperação entre os estudantes (Cf; Figura 4.9). O período em que as disciplinas foram ministradas permitiu que os conteúdos fossem absorvidos gradualmente, com tempo adequado para estudo, prática e esclarecimento de dúvidas. As tarefas, desafios e estudos de caso contribuíram para o desenvolvimento de raciocínio crítico, responsabilidade técnica e tomada de decisão.

Figura 4.9: Formação

Fonte: Os Autores (2025).

3.2. O QUE FOI SIGNIFICATIVO?

Para a equipe, o que mais se destacou durante o curso foi a oportunidade de compreender profundamente como a robótica é aplicada no contexto real da indústria. Muitos conceitos que antes eram abstratos, como programação de manipuladores, configuração de sistemas automatizados e integração com processos produtivos, tornaram-se claros e acessíveis. O curso proporcionou uma visão ampla sobre o funcionamento dos robôs e seus impactos na eficiência, precisão e segurança das operações. Esse contato mais direto com o universo da robótica industrial foi essencial para fortalecer o interesse e a compreensão da área.

Outro ponto significativo foi a metodologia adotada ao longo do curso, que combinava momentos teóricos com atividades práticas e simulações (Cf. Figura 4.10). Essa integração facilitou o entendimento dos conteúdos e permitiu que a equipe tivesse vivências semelhantes às encontradas em ambientes industriais. As aulas práticas, os exercícios de programação e os estudos de caso tornaram o aprendizado dinâmico e reforçaram a importância de dominar as ferramentas e os procedimentos utilizados na área. Essa abordagem equilibrada entre teoria e prática contribuiu para consolidar o conhecimento e aumentar a confiança da equipe.

Figura 4.10: Práticas

Fonte: Os Autores (2025).

Os recursos utilizados, como softwares de simulação, demonstrações técnicas e debates em grupo, também foram fundamentais para a aprendizagem. Esses elementos tornaram o conteúdo mais visual e interativo, facilitando a compreensão de conceitos que antes eram desconhecidos pela equipe. Além disso, a troca de experiências entre os participantes ajudou a ampliar perspectivas e compreender diferentes formas de resolver problemas relacionados à robótica. No geral, o curso trouxe conhecimentos novos, relevantes e aplicáveis, destacando-se como uma formação importante para o desenvolvimento profissional dos integrantes.

3.3. QUAIS FORAM OS DESAFIOS?

Durante o curso, a equipe enfrentou alguns desafios relacionados principalmente à complexidade dos conceitos técnicos. A compreensão inicial dos sistemas de coordenadas, da estrutura dos manipuladores e dos modos de operação dos robôs exigiu atenção redobrada e tempo para estudo. Por serem temas novos para alguns integrantes, houve necessidade de revisar conteúdos, assistir novamente às explicações e praticar mais intensamente. Apesar disso, o empenho coletivo ajudou a superar essa fase inicial de adaptação.

Outro desafio importante foi a programação dos manipuladores, que demanda precisão, compreensão de parâmetros e habilidade para interpretar erros e ajustar rotinas. No começo, a equipe teve dificuldade em entender como pequenas variações nos comandos influenciavam diretamente o comportamento dos robôs. Para superar isso, foram realizadas práticas extras, discussões em grupo e trocas de experiências entre os

colegas. O suporte oferecido pelos professores também foi fundamental, proporcionando esclarecimentos e alternativas de abordagem para cada situação (Cf. Figura 4.11).

Figura 11: Aprendizagem

Fonte: Os Autores (2025).

Além dos desafios técnicos, a gestão do tempo de estudo também se mostrou um ponto de atenção, especialmente para quem conciliava o curso com trabalho e outras responsabilidades. A equipe precisou organizar melhor o cronograma e dividir as tarefas de forma equilibrada, para que todos pudessem acompanhar o conteúdo de maneira uniforme. Essa organização coletiva ajudou a reduzir dificuldades e tornou o processo de aprendizagem mais fluido. No geral, os desafios enfrentados contribuíram para fortalecer o comprometimento, a cooperação e a evolução técnica de todos.

REFERÊNCIAS

[1] BROWN, Tim. **Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2020.

[2] FRADEN, Jacob. **Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications**. 5. ed. Cham: Springer, 2016.

[3] GROOVER, Mikell P. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

[4] KUO, Benjamin C. **Sistemas de controle automático**. 8. ed. São Paulo: LTC, 2008.

[5] PFEIFFER, Friedrich; SCHNEIDER, Christian. **Robotics: an introduction**. Berlin: Springer, 2013.

[6] KOSMOWSKI, Tomasz. **Manual de Engenharia de Confiabilidade e Manutenção**. Porto Alegre: Bookman, 2018.

CAPÍTULO

05 Inspeção de solda em placa SMD

Fabian Carvalho Cavalcante[1], Cristiano Marcolino Nascimento[2], Cristiano da Silva de Brito[3], Marlison de Melo Rodrigues[4]

Este capítulo tem como objetivo apresentar a trajetória de um time que, ao longo de meses de dedicação, empenhou-se em construir o projeto "SMD – AI SOLDER INSPECT", uma solução que aplica visão computacional para inspecionar a qualidade das soldagens em linhas de produção. O texto está organizado em três partes: 1 – Conhecendo os Autores, onde apresentamos quem compõe a equipe; 2 – Nosso Desafio, que evidencia as dificuldades e metas enfrentadas; e 3 – Nosso Processo Formativo, que descreve os aprendizados adquiridos. Convidamos você a refletir, durante a leitura, sobre a importância da tecnologia e do esforço coletivo para transformar ideias em soluções reais e relevantes.

1. CONHECENDO OS AUTORES

Fabian Carvalho Cavalcante

Prazer, meu nome é Fabian Carvalho Cavalcante. Sou estudante de Engenharia Mecânica na Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e participei do projeto com 20 anos. Sou o mais novo e provavelmente o mais inexperiente da turma. Justamente por isso, acredito que possa ser um dos que mais irá aproveitar a experiência. Estar inserido em um projeto como este é uma oportunidade única de aprender com quem tem mais bagagem e aplicar, de forma prática, os conhecimentos adquiridos ao longo do curso (Cf. Figura 5.1).

[1] Graduando do Curso de Engenharia Mecânica da UFAM. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: fabiancarvalho2208@gmail.com
[2] Técnico em Eletrônica digital. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: cristianomarcolino30@gmail.com
[3] Graduando do Curso de Engenharia de Controle e Automação do IFAM/CMDI. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: cristianobritoeng@gmail.com
[4] Técnico em Eletrotécnica. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: marlisonmelorodrigues@hotmail.com

Figura 5.1: Desenho autobiográfico

Fonte: Fabian Cavalcante (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT

Desde pequeno, utopias futuristas sempre foram uma grande paixão para mim na literatura, especialmente no que se refere às tecnologias e avanços da saga *Star Wars*. A grandiosidade das naves, as armas extremamente avançadas, as próteses tão realistas e os icônicos robôs da série sempre me fascinaram. Talvez por conta disso, sempre tive uma inclinação natural para a área tecnológica, em especial para a robótica. Vejo nela um marco fundamental para o futuro da sociedade, pois otimiza processos, reduz custos e pode contribuir imensamente com a qualidade de vida das pessoas, como no caso das próteses avançadas.

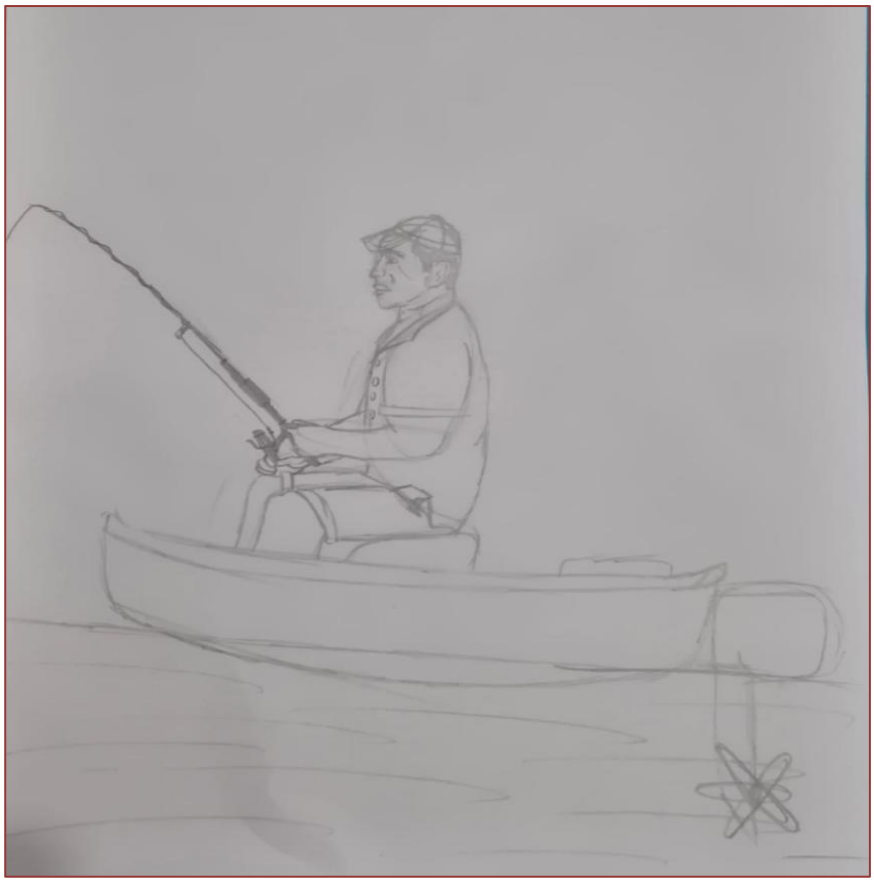
Os motivos que levam as pessoas a participarem de projetos como este são diversos: alguns buscam especialização, outros visam apenas enriquecer o currículo. No meu caso, o que me trouxe até aqui foi o ganho pessoal que sei que terei ao participar. É claro que haverá impacto positivo também na minha formação acadêmica, mas, sobretudo, considero essencial a oportunidade de trabalhar em uma área em constante evolução. Além de estar diretamente ligada ao meu curso, a robótica sempre foi um interesse genuíno, e por isso acredito que esse projeto será decisivo para meu desenvolvimento como futuro engenheiro.

Portanto, minha maior motivação é aproveitar ao máximo cada etapa do curso e absorver o máximo de conhecimento possível. Sou grato ao Instituto Federal do Amazonas (IFAM), à LG e à FAEPI pela oportunidade de integrar esta iniciativa. Tenho certeza de que ela contribuirá não apenas para minha formação profissional e pessoal, mas também para todos os envolvidos, sejam docentes ou discentes. Trata-se de uma experiência que marcará positivamente nossa trajetória acadêmica e abrirá portas para novas oportunidades no futuro.

Cristiano Marcolino Nascimento

Vou compartilhar um pouco da minha trajetória. Meu nome é Cristiano Marcolino Nascimento, tenho 38 anos, sou casado e pai de dois filhos. Nasci em Manaus, mas passei minha infância e adolescência no município do Careiro da Várzea. Filho único de pais agricultores, cresci em meio à simplicidade da vida no campo, aprendendo desde cedo o valor do trabalho e da dedicação. Desde pequeno, sempre observei o esforço dos meus pais para garantir nosso sustento, o que me ensinou sobre responsabilidade e superação. Esses valores foram essenciais para minha formação e continuam guiando minha jornada (Cf. Figura 5.2).

Figura 5.2: Eu e o interior



Fonte: Cristiano Marcolino (2025).

Posso afirmar com certeza que Jesus Cristo me concedeu os melhores pais do mundo. Tudo o que sou e realizo hoje foi moldado pelos conselhos sábios e amorosos que sempre recebi deles. Desde criança, tive uma grande paixão pela música sertaneja e adorava passar as férias em Manaus. A cidade grande, com suas tecnologias, despertava em mim uma enorme curiosidade sobre como seria viver em uma metrópole. O contraste entre a tranquilidade do interior e o dinamismo urbano me fascinava, e eu imaginava como seria crescer em meio àquele cenário repleto de novidades.

A vida no interior era um verdadeiro paraíso. Eu podia desfrutar das belezas naturais e da tranquilidade do campo, mas, toda vez que via um filme ou uma notícia sobre avanços tecnológicos, sentia uma vontade irresistível de entender como aquelas inovações eram criadas. Esse fascínio pela tecnologia crescia a cada descoberta, e eu imaginava como seria estar em um ambiente onde tudo aquilo fosse desenvolvido. Minha mente inquieta buscava respostas para tudo, e eu queria aprender cada detalhe sobre o funcionamento das máquinas e equipamentos modernos que via apenas pela televisão.

Uma lembrança marcante da minha infância aconteceu por volta dos meus 10 anos. Os vizinhos costumavam levar motores de popa e geradores para meu pai consertar, e eu ficava ali, atento, observando cada detalhe. Ele analisava os problemas com paciência e habilidade até encontrar a solução. Com o tempo, minha curiosidade só aumentou. Sempre que meu pai pegava alguma peça para reparar, eu o enchia de perguntas. Com sua calma e paciência, ele me explicava a função de cada componente mecânico e elétrico, o que me fascinava ainda mais. Essa convivência despertou em mim um amor pela engenharia e pela busca constante por conhecimento.

Cristiano da Silva de Brito

Como toda biografia, começo me apresentando. Prazer, sou Cristiano da Silva de Brito, tenho 27 anos e sou natural de Canutama, cidade do interior do Estado do Amazonas. Possuo formação Técnica em Informática pelo Instituto Federal do Amazonas – Campus Lábrea e graduação em Engenharia de Controle e Automação Industrial pelo Instituto Federal do Amazonas – Campus Manaus Distrito Industrial. Atualmente, atuo como Analista de Engenharia na LG *Electronics*. Sempre busco me capacitar e me desenvolver, tanto pessoal quanto profissionalmente, e foi exatamente essa busca que me levou a cursar a Capacitação Avançada em Robótica Industrial.

Desde muito cedo, a tecnologia exerce grande fascínio sobre mim. Aos 10 anos, ganhei meu primeiro notebook e lembro bem de como estava sempre curioso para entender o que havia por trás das interfaces dos computadores, tanto no hardware quanto no software. Esse interesse me levou a migrar para a cidade de Lábrea aos 14 anos, onde cursei o Técnico em Informática. Foi lá que tive meu primeiro contato com programação, redes de computadores, banco de dados e toda a base da tecnologia. Com o conhecimento adquirido, tive a certeza de que a área tecnológica era o caminho que eu desejava seguir profissionalmente. (Cf. Figura 5.3).

Figura 5.3: Lembranças

Fonte: Cristiano da Silva (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT

Após concluir o curso técnico, decidi cursar Engenharia de Controle e Automação. Como diz o ditado: “quem sonha, conquista”. Foram dois anos tentando ingressar no curso até que, em 2017, conquistei minha vaga no IFAM Campus CMDI. Durante a graduação, percebi o quão ampla é a área e o quanto seria necessário me dedicar para absorver ao máximo todo o conhecimento que até então não possuía. Essa vivência me proporcionou não apenas formação acadêmica, mas também disciplina, resiliência e ainda mais paixão pela área.

Pretendo aproveitar ao máximo o curso que o IFAM, em parceria com a LG, está proporcionando. Acredito que toda a estrutura do laboratório, somada às disciplinas da grade curricular, contribuirá de forma significativa para o meu desenvolvimento técnico e para minha carreira profissional. Além disso, a metodologia de ensino voltada à pesquisa é um fator extremamente positivo, pois o avanço tecnológico é contínuo e exige constante

atualização. Por isso, desejo seguir sempre me desenvolvendo e acompanhando as mudanças que moldam o futuro da engenharia e da automação.

Marlison de Melo Rodrigues

Nasci em 1991, em um lar humilde, cercado de dificuldades. Quando completei um ano de idade, fui acometido por uma pneumonia grave. Minha mãe, após tentar de todas as formas me tratar com remédios e idas ao hospital, perdeu as esperanças. Sem mais opções, levou-me para a casa de minha avó, acreditando que ali eu passaria meus últimos momentos. O sistema de saúde era muito precário, e minha condição só piorava: eu estava muito magro, e tudo o que comia acabava vomitando (Cf. Figura 5.4).

Figura 5.4: Eu

Fonte: Marlisson de Melo (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT

No entanto, minha avó, com sua fé inabalável, preparou um caldo que chamava de "caldo da caridade" e, junto com muitas orações, milagrosamente comecei a melhorar a partir daquele dia. Durante esse período difícil, minha mãe enfrentou um dilema: cuidar de mim ou cuidar das propriedades da família. Escolheu ficar ao meu lado e, como consequência, perdeu seus bens. Essa experiência fez da minha vida um verdadeiro

milagre, e a história era sempre relembrada por meus pais, servindo como um grande incentivo. Desde cedo, eu sabia que havia sobrevivido por um propósito maior.

Cresci enfrentando desafios constantes. Meus pais não tiveram acesso à educação formal, mas sempre me ensinaram o valor do trabalho e da perseverança. Aos 14 anos, comecei a trabalhar para ajudar em casa e contribuir com a família. Vindo de uma realidade simples, sonhava em ter uma moto, algo que só consegui realizar após os 30 anos, quando me formei em nível técnico. Cada conquista teve um peso especial, pois era fruto de muita dedicação e resiliência.

Hoje, sou casado e tenho dois filhos, verdadeiros presentes de Deus. Acredito que estamos vivos porque Ele nos permite, e, enquanto tivermos vida, não podemos nos acomodar. Precisamos buscar constantemente a evolução — seja na vida social, educacional ou familiar. Com essa determinação, conquistei uma grande oportunidade: estudar no IFAM, em um curso de Capacitação Avançada em Robótica Industrial. Considero isso extraordinário, pois sei que poucos têm essa chance.

Quando olho para trás, percebo que foi minha força de vontade que me trouxe até aqui. Peço a Deus que continue concedendo oportunidades e que, por meio da fé, da gratidão e da ação, possamos seguir evoluindo. Espero que minha história possa servir de inspiração para você, leitor. Meu desejo é que, a cada dia, você se torne uma versão ainda melhor de si mesmo, sempre acreditando que é possível superar qualquer obstáculo.

2. NOSSO DESAFIO

O desafio “SMD AI SOLDER INSPECT” tem como proposta aplicar técnicas de visão computacional para inspecionar a qualidade das soldagens na linha de produção. O objetivo é detectar e notificar automaticamente a ocorrência de soldas defeituosas, permitindo que o reparo seja feito de forma ágil, reduzindo falhas e aumentando a eficiência do processo. Dessa forma, a inspeção deixa de depender apenas da análise manual, que pode ser mais demorada e suscetível a erros humanos, garantindo maior confiabilidade no controle de qualidade.

Para tornar esse processo de verificação automatizado, identificamos que a visão computacional é indispensável, exigindo o treinamento de um modelo específico para essa aplicação. Esse modelo deve ser capaz de reconhecer com precisão os mais de dez tipos de placas, cada uma com suas particularidades de design e soldagem. A partir dessa necessidade, realizamos o levantamento detalhado dos materiais, recursos e etapas necessários para a implementação, assegurando a viabilidade técnica do projeto.

2.1. IMERSÃO

Durante a imersão realizada empresa, tivemos a oportunidade de compreender de forma mais clara as necessidades da empresa em relação ao nosso projeto, o que nos proporcionou uma visão aprofundada sobre o tema. Entre as principais informações levantadas, destacam-se a duração do processo de inspeção manual, bem como a quantidade e diversidade de placas que precisam ser incluídas no banco de dados para o treinamento do modelo de visão computacional. Esses dados foram fundamentais para estruturar a proposta e direcionar o desenvolvimento da solução.

Além disso, foi feita uma primeira análise de modelos de visão já existentes, com o objetivo de avaliar sua aplicabilidade ao nosso projeto. Considerou-se que, para atender

às exigências da empresa, o sistema deve ser capaz de analisar até mesmo os menores componentes das placas, garantindo precisão na identificação de falhas. Também realizamos pesquisas em patentes e artigos científicos relacionados ao tema, buscando ampliar a base de conhecimento, comparar diferentes abordagens e obter novas ideias que possam contribuir para o avanço do trabalho (Cf. Figura 5.5).

Figura 5.5: Apresentação da fase de imersão

Fonte: Os autores (2025).

2.2. IDEAÇÃO

No início da fase de ideação, surgiram divergências em relação ao tipo de modelo de visão computacional a ser utilizado. A principal discussão estava em definir se o modelo deveria ser treinado com foco nos acertos em relação ao padrão original ou nos erros encontrados nas soldagens. Após análises e debates, concluímos que a melhor abordagem seria desenvolver um modelo treinado para identificar o padrão verdadeiro, garantindo maior confiabilidade na comparação com as amostras inspecionadas. Essa definição foi essencial para guiar os próximos passos do projeto.

Com o objetivo de estimular a criatividade e explorar possibilidades, utilizamos os conceitos aprendidos no módulo de *Design Thinking*, além de realizar pesquisas em artigos científicos e patentes relevantes. Também buscamos trocar experiências com profissionais especializados na área, ampliando o repertório de ideias disponíveis. Para a filtragem das soluções propostas, consideramos fatores como a complexidade e o peso do modelo, evitando arquiteturas excessivamente pesadas que comprometessem a eficiência. Além disso, aspectos de otimização econômica foram avaliados, assegurando que a solução fosse viável tanto em termos de desempenho computacional quanto de custo de implementação (Cf. Figura 5.6)

Figura 5.6: Apresentação da fase de ideação

Fonte: Os autores (2005).

2.3. PROTOTIPAGEM

Durante o processo de prototipagem, para a conclusão do nosso desafio treinamos um modelo de visão computacional que conseguisse identificar erros de soldagem em placas SMD e para isso treinamos o modelo com vídeos e imagens retirados tanto de placas defeituosas quanto de placas em perfeito estado por diversas noites onde o modelo liberaria a placa se ela tivesse uma assertividade de 90% com a original e com isso encontramos o nosso maior opositor, a iluminação.

Para a montagem da nossa linha utilizamos a esteira presente no laboratório e criamos um suporte para a câmera de visão computacional feito através de perfis. Como a iluminação afetava o nosso sistema de visão de forma considerável tivemos que montar uma “câmara escura” para impedir a entrada de luz além de implementar um andon para sinalizar o processo de verificação das placas, e para finalizar o nosso protótipo o robô scara estará presente para retirar as peças defeituosas (Cf. Figura 5.7)

Figura 5.7: Demonstração da prototipagem

Fonte: Os autores (2005).

3. NOSSO PROCESSO FORMATIVO

3.1. COMO FOI O PROCESSO?

Durante cada um dos módulos obtivemos inestimáveis conhecimentos acerca da robótica aplicada na indústria, desde a programação dos robôs ate visão computacional e CLP, durante esses meses participamos todas as noites letivas empenhados em aprender cada vez mais, este curso não foi feito para seguir modelos tradicionais ou ocupar uma grande quantidade de tempo fora do período destinado ao curso, portanto ele seguiu uma metodologia ativa que fez um grande diferencial no ensino.

Durante o processo, fomos divididos em equipes cujos membros possuíam aptidões distintas. Essa diversidade trouxe versatilidade ao grupo, que contava com engenheiros (mecânica, elétrica e automação) e técnicos. Tal composição distinta favoreceu uma integração mais eficiente. Além disso, possibilitou uma troca contínua de experiências e conhecimentos específicos. Como resultado, contribuiu significativamente para o crescimento conjunto da equipe (Cf. Figura 5.8).

Figura 5.8: Formação

Fonte: Os autores (2005).

3.2. O QUE FOI SIGNIFICATIVO?

Certamente o mais significativo foi a metodologia, seguida de um breve conhecimento teórico, pois ela colocava em prática o conhecimento que acabamos de obter além de com os desafios impostos, éramos obrigados a desenvolver um raciocínio do conteúdo que era responsável por fixar o ensinamento e por muitas vezes incentivar o trabalho em equipe.

O conhecimento obtido durante todo o projeto, toda a experiência adquirida sobre os conteúdos tanto com a prática *hands on* quanto com o diálogo com os professores que por suas notáveis experiências na área conseguiram agregar de forma significativa no aprendizado. Além é claro de conhecer diversas pessoas, cada uma com experiências, cargos e áreas distintas que proporcionou uma grande diversidade no ambiente de estudo onde sempre existia oportunidade de aprender algo a mais (Cf. Figura 5.9).

Figura 5.9: Integração

Fonte: Os autores (2005).

3.3. QUAIS FORAM OS DESAFIOS?

Durante esses meses, a diversidade que tanto contribuiu para o desenvolvimento da equipe também se revelou um desafio. Isso ocorreu porque trabalhamos com disciplinas de áreas distintas, nas quais a individualidade e as especializações de cada membro acabaram pesando. Enquanto os integrantes da área elétrica demonstravam maior facilidade em conteúdos relacionados a CLP, apresentavam dificuldades em manufatura aditiva; o mesmo acontecia com membros de outras áreas ao enfrentar módulos adversos de suas especializações. Sem o suporte contínuo e a união do grupo, o processo de aprendizagem certamente teria sido muito mais complicado.

Após esses oito meses de projeto, o grande desafio passou a ser a assiduidade e a constância. Manter-se presente todas as noites, cinco vezes por semana, durante tanto tempo, é uma prova árdua de dedicação. Estar presente dia após dia, empenhar-se mesmo diante do cansaço, dos problemas pessoais e das demais atividades não é algo simples. Todos que fizeram parte dessa jornada — desde os alunos até os professores — sacrificaram muito de si para seguir adiante. Porém, ao olhar para trás, percebemos que valeu a pena, pois fizemos tudo isso em nome do nosso bem mais precioso: o conhecimento (Cf. Figura 5.10)

Figura 5.10: Vivências

Fonte: Os autores (2005).

REFERÊNCIAS

[1] BROWN, Tim. **Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2020.

[2] FRADEN, Jacob. **Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications**. 5. ed. Cham: Springer, 2016.

[3] GROOVER, Mikell P. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

[4] KUO, Benjamin C. **Sistemas de controle automático**. 8. ed. São Paulo: LTC, 2008. PFEIFFER, Friedrich; SCHNEIDER, Christian. **Robotics: an introduction**. Berlin: Springer, 2013.

[5] KOSMOWSKI, Tomasz. **Manual de Engenharia de Confiabilidade e Manutenção**. Porto Alegre: Bookman, 2018.

CAPÍTULO

06 Sistema de dupla leitura de código de barras

Pedro Queiroz Gonçalves Filho[1], Ricardo Feijó Bandeira[2], Wandy da Silva Moura[3], Marlei de Souza Xavier[4]

Todo desafio é também uma oportunidade de crescimento. O que parecia apenas uma barreira técnica, validar códigos de barras em produtos de 86", transformou-se em um exercício de criatividade, inovação e superação. Este capítulo apresenta a jornada de construção de um protótipo que não apenas lê e compara códigos em tempo real, mas também simboliza a busca por soluções inteligentes diante das exigências da Indústria.

Organizado em três momentos: imersão, onde mergulhamos na compreensão do problema; ideação, em que exploramos caminhos criativos; e prototipagem, quando transformamos ideias em realidade. Cada etapa revela não só os obstáculos enfrentados, mas também os recursos utilizados e as estratégias que tornaram possível transformar a teoria em prática.

Mais do que um relato técnico, este capítulo é um convite à reflexão: como a tecnologia pode ser aplicada de forma simples e eficiente para resolver problemas reais. Como a união entre conhecimento, persistência e inovação pode transformar barreiras em conquistas. Gostaria de convidar a todos a enxergar que cada desafio é, na verdade, uma oportunidade de criar algo novo e significativo.

1. CONHECENDO OS AUTORES

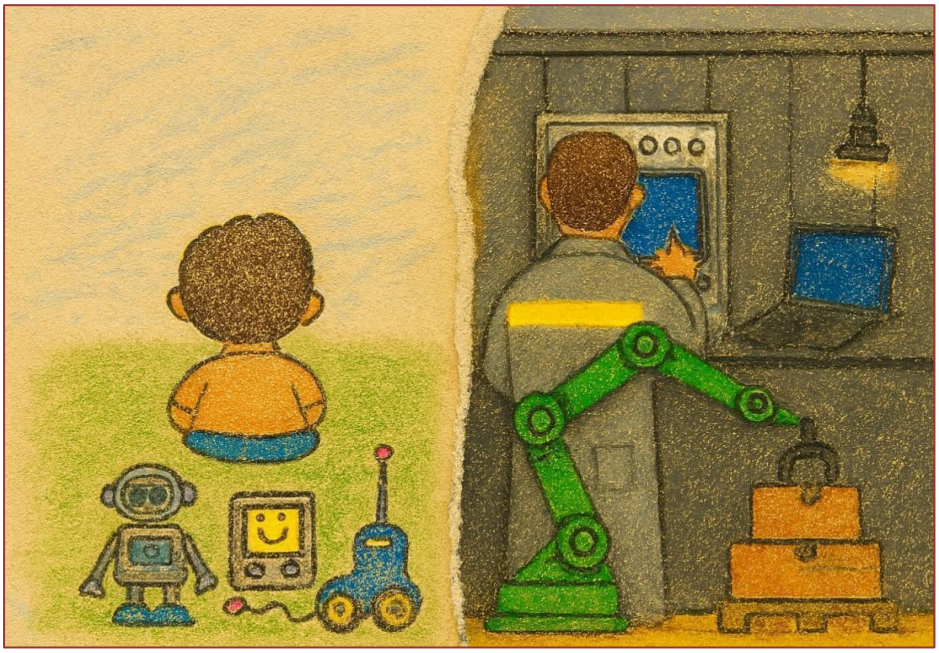
Pedro Queiroz Gonçalves Filho

Meu nome é Pedro Queiroz Gonçalves Filho, tenho 34 anos, nascido em Manaus. Casado com Vitória Queiroz, e prestes a ser pai. Minha jornada na automação e robótica é uma história de paixão e determinação, onde encontrei na tecnologia o meu caminho. Me recordo claramente do dia chuvoso, quando um amigo me mostrou um anúncio de jornal sobre o processo seletivo para ingressar no Senai Antônio Simões. Porém, naquele momento tive dificuldade financeira para fazer a inscrição, foi então onde encontrei meu primeiro obstáculo nessa jornada, e com apoio dos meus pais conseguir superá-lo.

Mergulhei no curso de aprendizagem, em 2011 e conquistei meu primeiro certificado de "instalador eletroeletrônico". Ali, descobri a importância do aprendizado e conheci professores dedicados, que me incentivaram a buscar conhecimento constante. Nesse curso profissionalizante, tive meu primeiro contato com a automação industrial no time manutenção em uma empresa do polo industrial de Manaus como jovem aprendiz. A prática me mostrou o poder da automação industrial e despertou minha paixão pela área (Cf. Figura 6.1).

[1] Graduado em Engenharia Elétrica. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: ppqu3eiroz@gmail.com
[2] Graduado em Engenharia Elétrica. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: rfeijobandeira@yahoo.com
[3] Tecnólogo de Automação. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: wandysm@hotmail.com
[4] Graduado em Engenharia Mecânico. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: marleikaleo@gmail.com

Figura 6.1: Apenas um estudante de robótica industrial



Fonte: Pedro Queiroz (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT.

Em 2013, decidi aprofundar meus conhecimentos e iniciei o curso técnico em automação industrial na Fundação Nokia. Foi lá que um colega, que mal conhecia, me indicou para a LG, onde trabalho há 11 anos. Na LG, enfrentei desafios diários, desenvolvendo habilidades em comandos elétricos, programação de CLP, IHM e robôs do tipo articulados, Scara e cartesianos de algumas marcas como EPSON, YASKAWA, HYUNDAI e outros desenvolvidos pela própria empresa. Durante minha carreira na LG, aprendi e utilizei elementos de "*pick and place*" com sistemas de visão, fixação de parafusos com controle de torque adaptativo e ferramentas multi eixo, e embalagem e paletização com garras personalizadas.

Hoje, como líder de manutenção, lidero as atividades na manutenção. Em 2024, busquei aprimoramento com um curso de programação e manutenção em robótica pela ITEAM, expandindo meus conhecimentos em robótica e programação.

O lançamento do edital do curso de capacitação continuada em Robótica Industrial no IFAM despertou meu interesse em aprender e expandir minhas habilidades. Acredito que essa experiência vai ser fundamental para aprofundar meus conhecimentos e me manter atualizado com as mais recentes tecnologias e tendências da área.

O IFAM, com sua reconhecida excelência em ensino e infraestrutura de ponta, tem me proporcionado um ambiente de aprendizado rico e desafiador. Acredito firmemente que essa capacitação me permitirá alcançar novos patamares em minha carreira. Essa busca constante por aprendizado, aliada à minha vasta experiência prática, me capacita a continuar contribuindo significativamente para o avanço da automação e robótica.

Ricardo Feijó Bandeira

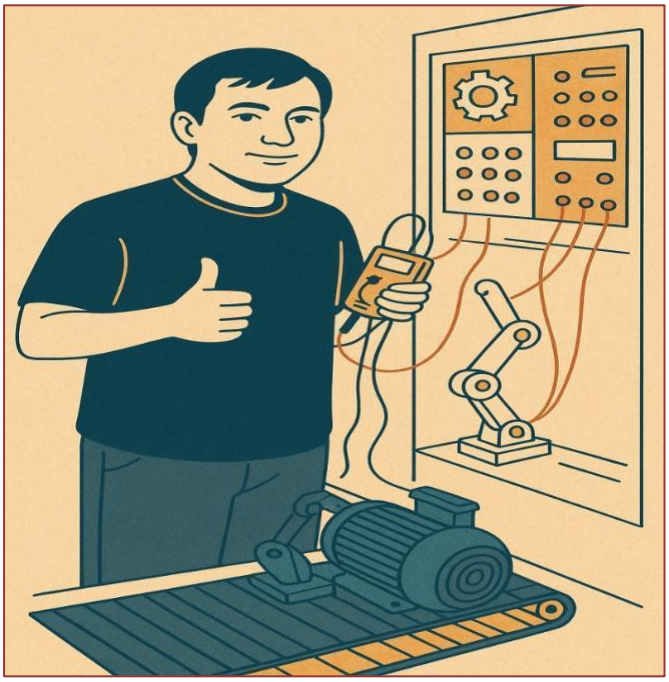
Meu nome é Ricardo Feijó Bandeira e tenho 46 anos de idade, nascido em Manaus no estado do Amazonas, tendo meu pai também de origem amazonense, foi funcionário público e minha mãe de origem do interior do amazonas, da cidade de Nhamundá, que veio em busca de melhores condições de vida aqui na cidade, sou formado em engenharia elétrica e possuo formações técnicas de nível médio em eletrônica digital, eletrotécnica e gestão da qualidade.

Atualmente faço o curso de robótica industrial no polo de inovação do Instituto Federal do amazonas no campus Manaus Distrito Industrial, onde são ministradas matérias relativas aos componentes que abrangem a robótica industrial, como CLPs, inversores de frequências, manufatura aditiva, visão computacional e outros, esses conteúdos me fazem lembrar de onde eu vim, desde criança muito curioso em saber como as coisas funcionavam, desmontava meus brinquedos eletrônicos para verificar a sua dinâmica de funcionamento, e através dessa curiosidade fui me identificando com a área de elétrica, eletrônica e robótica.

Ainda na adolescência, por volta dos anos 90, montei um pequeno negócio comercial, utilizando a sala de visitas de minha casa, onde morava eu e minha mãe, e que na época era uma tendência em toda cidade de Manaus direcionada ao público infanto-juvenil, eram as famosas locadoras de jogos eletrônicos (vídeo- games), onde comecei a mergulhar nesse mundo de entretenimento e ao mesmo tempo aprendendo a empreender e buscar novos conhecimentos para manter o negócio em funcionamento.

Foi então que por necessidade comecei a desenvolver habilidades para dar manutenção aos equipamentos, pois se tratava de equipamentos eletrônicos como televisores, vídeo games e os famosos joysticks, para isso comecei a aprender de forma autodidata a dar manutenção nesses equipamentos eletrônicos e também a fazer a infraestrutura da parte elétrica e a parte gerencial de processos e finanças onde já tinha registrado uma microempresa pelo Sebrae Am (Cf. Figura 6.2).

Figura 6.2: Minha vida na robótica industrial



Fonte: Ricardo Feijó (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT.

O tempo passou é na virada do século XXI a febre das locadoras de jogos eletrônicos foi esfriando e assim inviabilizando a permanência do negócio, então encerrei as atividades, indo em busca de novos meios para sobreviver, foi então que fui para a área industrial, trabalhar com montagens de produtos eletrônicos em diversas empresas da zona franca de Manaus, onde trabalhei como montador, almoxarife e técnico eletrônico.

Foi na indústria que comecei a observar a necessidade de obter um estudo técnico, então fui buscar esse conhecimento nos centros acadêmicos e assim poder ter as habilidades que me desenvolvesse profissionalmente, e sempre me atualizando nas novas tendências, como a indústria 4.0, e que venho me aperfeiçoando e adquirindo esses novos conhecimentos neste curso inovador de robótica industrial, buscando utilizar a tecnologia de forma inovadora e sustentável onde possamos equilibrar as necessidades humanas com a preservação ambiental criando soluções que transformam a vida sem comprometer o futuro de nosso planeta.

Wandy da Silva Moura

A robótica e a automação industrial são mais do que áreas de atuação para mim, são paixões que moldaram minha trajetória profissional. Com 47 anos de idade e natural de Manaus (AM), possuo uma família abençoada por Deus, casado com Lucileide Moura, uma esposa linda que me deu a honra de ter dois filhos maravilhosos, Deborah Lohanny e Eliel Azafe, assim venho dedicando minha carreira ao desenvolvimento de soluções tecnológicas que impulsionam a eficiência e a inovação no setor industrial.

Sou formado como Tecnólogo em Automação e possuo habilitações técnicas em Automação, Informática e Mecânica. Essa base multidisciplinar me permitiu atuar com profundidade em ambientes industriais complexos, integrando sistemas e otimizando processos com foco em resultados.

Desde cedo, a tecnologia despertou minha curiosidade. Ainda criança, entre pedaços de madeira, latas e partes de brinquedos, eu tentava criar engenhocas que pudessem resolver problemas do cotidiano. A imaginação era alimentada por filmes como Trovão Azul, que retratava um helicóptero com capacidades tecnológicas avançadas, e Supermáquina, onde um carro inteligente desafiava os limites da época.

Na juventude, sonhei em estudar na Escola Técnica Federal do Amazonas.

No entanto, barreiras como a dificuldade em matemática e física, além da limitação financeira, impediram minha entrada imediata. Determinado a superar esses obstáculos, busquei cursos preparatórios e modulares em informática e eletrônica, fortalecendo minha base de conhecimento. Essa jornada me permitiu, após algumas tentativas, ingressar no ensino técnico pós-médio, já sob o nome de CEFET-UNED, onde me formei em Manutenção de Sistemas em Controles Automáticos. A formação técnica foi um divisor de águas. A partir dela, mergulhei de vez no universo da automação, compreendendo os desafios e as soluções que a indústria exigia.

Hoje estou na vaga de Supervisor de Manutenção de uma grande empresa, com foco em desenvolvimento de ações básicas e avançadas de melhorias que gerem impactos no processo produtivo, não esquecendo dos colaboradores e de nossos clientes externos. Ao mesmo tempo, estudo Robótica Industrial no Polo de Inovação do Instituto Federal do Amazonas - IFAM, no campus Manaus Distrito Industrial. O curso aprofunda conhecimentos sobre os componentes e sistemas que compõem a robótica moderna, alinhando teoria e prática com as demandas da Indústria 4.0. Cada aula é uma oportunidade de relembrar minhas primeiras experiências e renovar o entusiasmo que sempre tive pela tecnologia.

Minha trajetória é guiada por uma busca por inovação com consciência. Acredito que a tecnologia deve servir ao ser humano, promovendo progresso sem sacrificar o futuro. Por isso, dedico minha carreira ao desenvolvimento de soluções que conciliam eficiência industrial com responsabilidade ambiental (Cf. 6.3).

Figura 6.3: Minha trajetória na robótica industrial

Fonte: Wandy da Silva (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT.

Busco aplicar o conhecimento de forma prática e transformadora, criando tecnologias que resolvam problemas reais, melhorem a qualidade de vida e contribuam para um futuro mais justo. Tudo isso sem perder de vista a necessidade de manter a indústria produtiva e competitiva, capaz de atender às demandas do mercado com agilidade e qualidade. Essa visão me move, sempre a aprender continuamente, criar com propósito e contribuir para um mundo mais inteligente, ético e equilibrado.

Marlei de Souza Xavier

Atualmente estou trabalhando na LG no setor de manutenção, no cargo técnico em elétrica, já trabalhei em algumas empresas do polo industrial de Manaus, eu tenho um filho de 7 anos, sou casado, veio de uma família de 7 irmãos, de família humilde do bairro da Praça 14 de Janeiro. O maior desafio que já encontrei na minha vida com certeza foi enfrentar o preconceito e a falta de estrutura da minha família, principalmente na área educacional.

A maior lição que já aprendi na vida, é que a melhor maneira de mudar a vida de uma pessoa é através da educação, a formação acadêmica é essencial para o crescimento profissional, eu sou a prova vida disso. Após anos de muito trabalho pesado e pouco

crescimento profissional, no ano de 2012 resolvi voltar a estudar, comecei um curso no SENAI na área da mecânica, no mesmo ano iniciei o meu curso técnico em eletrotécnica no IFAM do centro, no ano de 2015 realizei um grande sonho, que parecia impossível para alguém como eu, iniciei meu curso superior (Cf. Figura 6.4).

Figura 6.4: Cheguei Robótica Industrial

Fonte: Marley Xavier (2025).

No ano de 2022 finalmente realizei um sonho, me formei em engenharia mecânica pela universidade do norte (UNINORTE). Em paralelo com meu crescimento acadêmico, realizei outros sonhos, comprei minha casa, a casa da minha mãe, e em 2017 realizei o sonho de ser pai.

Pessoalmente sempre gostei de dançar e ler, acho que esses hobbys que me permitiram sonhar com uma vida melhor para mim e minha família, atualmente venho buscando me especializar na área de robótica, programação de máquinas, refrigeração e elétrica residencial. Através desse curso em robótica, espero me tornar um profissional especializado na área de programação e resolução de programas na área da indústria e na área residencial.

2. NOSSO DESAFIO

Nosso desafio foi desenvolver um sistema de validação de códigos de barras em produtos de 86", surgindo como resposta à necessidade de aumentar a confiabilidade e a eficiência no processo no momento da embalagem, um protótipo capaz de realizar a leitura simultânea de dois códigos de barras, compará-los automaticamente e indicar se eram iguais ou diferentes antes da aplicação da caixa. Essa solução visa reduzir falhas humanas, garantindo a rastreabilidade.

Durante o projeto, algumas dificuldades se destacaram, como o conhecimento de tipos de padrões de códigos de barras, as condições adversas do ambiente fabril e a necessidade de leitura em tempo real sem comprometer a velocidade da linha. Para superar esses obstáculos, utilizamos recursos, como as câmeras disponíveis no instituto, além de bibliotecas de visão computacional (OpenCV, ZBar) integrando com CLP e criando uma interface gráfica simples garantindo prototipagem da ideia.

2.1. IMERSÃO

Iniciamos o processo mais desafiador: a etapa de imersão. Começamos no Instituto de Robótica, onde realizamos discussões sobre possíveis propostas para solucionar o desafio, assim fomos amadurecendo a proposta que serviria como base para o nosso projeto (Cf. Figura 6.5).

Figura 5: Apresentação da Imersão realizada pela equipe

Fonte: Os Autores (2025).

Foi na imersão em campo que nos aproximamos da realidade do problema. Durante a visita no espaço fabril, identificamos aspectos antes não considerados, como a diversidade de modelos produzidos na linha de montagem, a estrutura física do local e o espaço disponível para a atividade. Aplicamos o método de observação sombra, o que nos

permitiu realizar uma pesquisa mais profunda e detectar pontos críticos que não haviam sido imaginados anteriormente.

Um dos principais achados foi no momento da aplicação da embalagem (caixa), onde é essencial garantir que o modelo correto esteja sendo embalado. A ausência de um sistema de validação automática pode gerar retrabalho, atrasos na produção, falhas nas entregas ao cliente e prejuízos financeiros à empresa, caso ocorra troca ou erro de modelo.

2.2. IDEAÇÃO

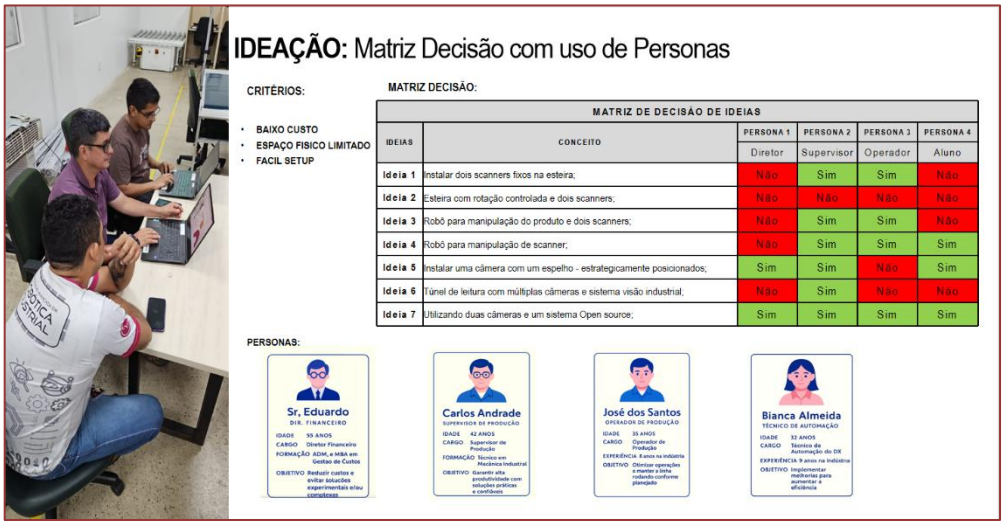
Na etapa de ideação, discutimos propostas voltadas à integração de tecnologias para otimizar o processo e solucionar o desafio apresentado, sempre considerando o menor custo possível. A partir dessas discussões, surgiram diversas ideias promissoras.

Uma das propostas foi desenvolver uma esteira com rotação controlada para facilitar a manipulação dos produtos, ou utilizar um robô com garra giratória, permitindo o manuseio preciso dos itens em movimento durante as leituras realizadas por scanners fixos. Essa combinação favorece uma automação inteligente e adaptável a diferentes contextos produtivos.

Outra alternativa seria aplicar um robô para manipular os scanners, mantendo a estrutura original das esteiras que movimentam os produtos. Também consideramos a instalação estratégica de uma câmera de visão fixa com espelho em ângulo, capaz de realizar leituras dos códigos de barras em múltiplos ângulos. Além disso, propomos a criação de um sistema utilizando duas câmeras operando por meio de sistema *open source*, garantindo a validação contínua das ações realizadas.

Para decidimos qual ideia seria a aplicação viável, usamos o método de criação de personas, com critérios bem definidos, chegamos na conclusão de utilização do sistema utilizando *sofware* livre e utilização de duas câmeras em lados opostos para leitura dos códigos (Cf. Figura 6.6).

Figura 6: Momento de aprovação da ideia



Fonte: Os Autores (2025).

2.3. PROTOTIPAGEM

Nesse momento da prototipagem, desenvolvemos o nosso conceito proposto, saindo com conceito abstratos para uma estrutura física capaz de validar e atender aos requisitos do desafio. Um protótipo funcional não apenas materializa a ideia inicial, mas também permite a experimentação e a realização de ajustes necessários para garantir a eficácia do sistema (Cf. Figura 6.7).

Figura 6.7: Processo de prototipação realizada pela equipe

Fonte: Os Autores (2025).

Para o desenvolvimento do sistema de inspeção automatizada, foram utilizados perfis de alumínio, que conferem leveza e resistência ao equipamento. O sistema de captura de imagens foi composto por duas câmeras *webcam*, que são responsáveis pela aquisição dos dados visuais necessários para a inspeção.

Também utilizamos a impressora 3D, para confecção de dois suportes para fixação e ajuste adequado das câmeras que utilizamos para inspeção. O processamento das informações ocorreu por meio de um computador, encarregado da execução dos algoritmos desenvolvidos em código *open source.*

Além disso, a esteira disponível no laboratório foi incorporada ao sistema, simulando o fluxo contínuo de caixas e aproximando o protótipo das condições práticas de uso, um sistema automatizado através de CLP, inversor e IHM. Para validar o processo de leitura dos códigos de barras, foi utilizada uma caixa de papelão como modelo representativo, permitindo testar a funcionalidade em ambiente controlado.

Essa A configuração possibilitou a observação do desempenho do protótipo, e a identificação de pontos de melhoria e a garantia de que os principais requisitos técnicos foram atendidos antes da implementação definitiva. Essa etapa da prototipação demonstrou-se fundamental para o desenvolvimento do sistema de inspeção

automatizada, garantindo que a aplicação funcionasse e atendesse às funções básicas para a inspeção e validação do protótipo (Cf. Figura 6.8).

Figura 6.8: Apresentação da fase de prototipação pela equipe

Fontes: Os Autores (2025).

3. NOSSO PROCESSO FORMATIVO

3.1. COMO FOI O PROCESSO?

No decorrer dos módulos tivemos diversas oportunidades de desenvolver as habilidades, sempre de maneira contínua e articulada, integrando teoria e prática para que os estudantes pudessem compreender de forma aprofundada o desafio proposto. Durante o percurso, foram abordados conteúdos como observação técnica, análise de processos e métodos de resolução de problemas. Os docentes promoveram dinâmicas que envolveram trabalhos em grupo, exercícios aplicados e apresentações parciais, assegurando que cada etapa fosse assimilada antes de avançar para a seguinte.

As disciplinas tiveram como propósito central preparar os alunos para identificar situações reais, organizar informações relevantes e propor soluções viáveis dentro do ambiente industrial. Para isso, foram utilizados recursos variados, como vídeos, apresentações, softwares, pesquisas e visitas técnicas. O período de realização do curso possibilitou explorar diferentes ferramentas e ampliar a compreensão sobre o fluxo produtivo estudado. A equipe participou ativamente das atividades, buscando constantemente relacionar os conceitos teóricos com a prática observada.

Como parte da metodologia, os professores estimularam a participação coletiva e o diálogo permanente entre os integrantes, favorecendo a troca de ideias e fortalecendo a construção colaborativa do projeto (Cf. Figura 6.9). As reuniões internas desempenharam papel essencial na definição de estratégias e ajustes do planejamento, garantindo o bom andamento de cada fase. Assim, o processo foi caracterizado por uma aprendizagem gradual, sustentada em experiências concretas e voltada para a aplicação prática do conhecimento.

Figura 6.9: Formação

Fonte: Autores (2025).

3.2. O QUE FOI SIGNIFICATIVO?

Para a equipe, o que mais se destacou durante o curso foi a oportunidade de compreender de forma aprofundada como a robótica é aplicada no cenário real da indústria. Conceitos que antes pareciam abstratos, como a programação de manipuladores, a configuração de sistemas automatizados e a integração com processos produtivos, tornaram-se claros e acessíveis. O curso ofereceu uma visão ampla sobre o funcionamento dos robôs e seus impactos na eficiência, precisão e segurança das operações (Cf. Figura 6.10).

Figura 6.10: Práticas

Fonte: Os Autores (2025).

Outro ponto significativo foi a metodologia adotada, que combinava momentos teóricos com atividades práticas e simulações. Essa integração facilitou o entendimento dos conteúdos e aproximou a equipe de vivências semelhantes às encontradas em ambientes industriais. As aulas práticas, os exercícios de programação e os estudos de caso tornaram o aprendizado dinâmico e reforçaram a importância de dominar ferramentas e procedimentos utilizados na área.

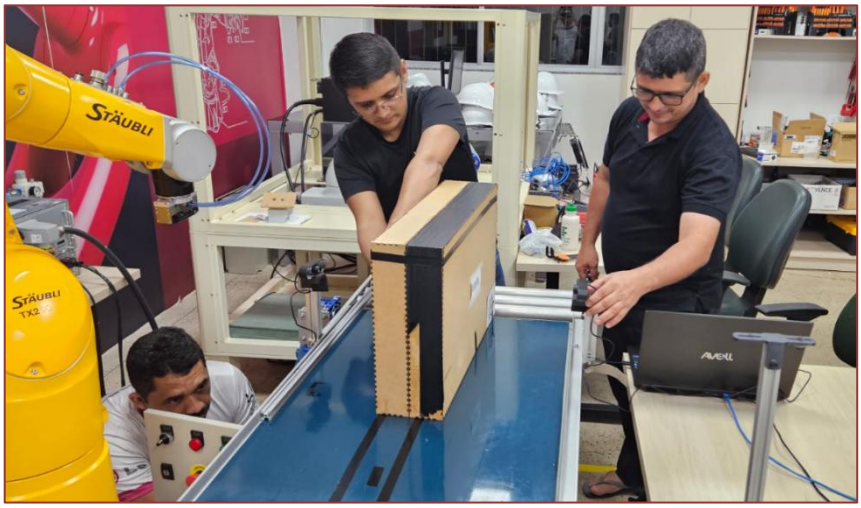
Também os recursos utilizados, como softwares de simulação, demonstrações técnicas e debates em grupo, também foram fundamentais para o processo de aprendizagem. Esses elementos tornaram o conteúdo mais visual e interativo, facilitando a compreensão de conceitos que antes eram desconhecidos pela equipe. Além disso, a troca de experiências entre os participantes ajudou a ampliar perspectivas e mostrou diferentes formas de solucionar desafios relacionados à robótica.

No geral, o curso trouxe conhecimentos novos, relevantes e aplicáveis, destacando-se como uma formação importante para o desenvolvimento profissional dos integrantes.

3.3. QUAIS FORAM OS DESAFIOS?

Durante o curso, a equipe enfrentou momentos desafiadores, marcados pela falta de integrantes em alguns períodos e pelo baixo comprometimento de outros. Essa realidade trouxe obstáculos adicionais, já que muitas vezes foi necessário redistribuir tarefas, assumir responsabilidades extras e manter a motivação mesmo diante das desistências. A escassez de membros ativos exigiu ainda mais união e resiliência, tornando cada conquista fruto de esforço coletivo e superação (Cf. Figura 6.11).

Figura 6.11: Superando as dificuldades



Fonte: autores (2025).

Apesar dessas dificuldades, o grupo não se deixou abater. Pelo contrário, cada barreira serviu como oportunidade para fortalecer o espírito de cooperação e reafirmar o compromisso com o aprendizado. A persistência e a dedicação dos que permaneceram mostraram que, mesmo em condições adversas, é possível avançar e alcançar resultados significativos.

No final, a chegada de um novo integrante trouxe uma energia renovada e contribuiu grandemente para as atividades. Seu envolvimento e disposição reforçaram o trabalho da equipe, equilibrando os desafios anteriores e abrindo novas perspectivas. Essa renovação foi essencial para consolidar o aprendizado e demonstrar que, com determinação e colaboração, as dificuldades podem se transformar em vitórias.

REFERÊNCIAS

[1] SICILIANO, Bruno; KHATIB, Oussama. **Springer Handbook of Robotics**. 2. ed. Cham: Springer, 2016.

[2] CRAIG, John J. **Introduction to Robotics: Mechanics and Control**. 4. ed. Boston: Pearson, 2017.

[3] BRAGA, Newton. **Projetos Educacionais de Robótica e Mecatrônica**. São Paulo: Newton C. Braga, 2019.

[4] GARÓFALO, Débora. **Robótica com sucata**. São Paulo: Moderna, 2021.

[5] SPIRES, Steven; MORGAN, David. **Industrial Robotics: Programming, Simulation and Applications**. London: IntechOpen, 2010.

CAPÍTULO

07

Sistema de inspeção visual para detecção automática de amassamentos em serpentinas de trocadores de calor

Fernando Vinícius Azevedo Oliveira Pacheco[1], Gabriel Almeida Santos de Oliveira[2], Lawany da Silva Souza[3], Luzmarina Souza de Siqueira[4], Paulo Henrique Batista Gomes[5]

O presente capítulo expressa a trajetória do nosso time no decorrer do curso em Robótica Industrial. Inicialmente, apresenta um breve apanhado biográfico dos membros, destacando principalmente como foi articulado a vinculação com Robótica Industrial. Em seguida traz reflexões acerca do processo metodológico que orientou a construção de nosso desafio, revelando como diferentes experiências convergiram para a proposta final. Além de relatar a evolução da equipe, o capítulo convida o leitor a refletir sobre como o conhecimento interdisciplinar, aliado à prática e à investigação, pode transformar desafios em indústrias em oportunidades de inovação e aprendizagem.

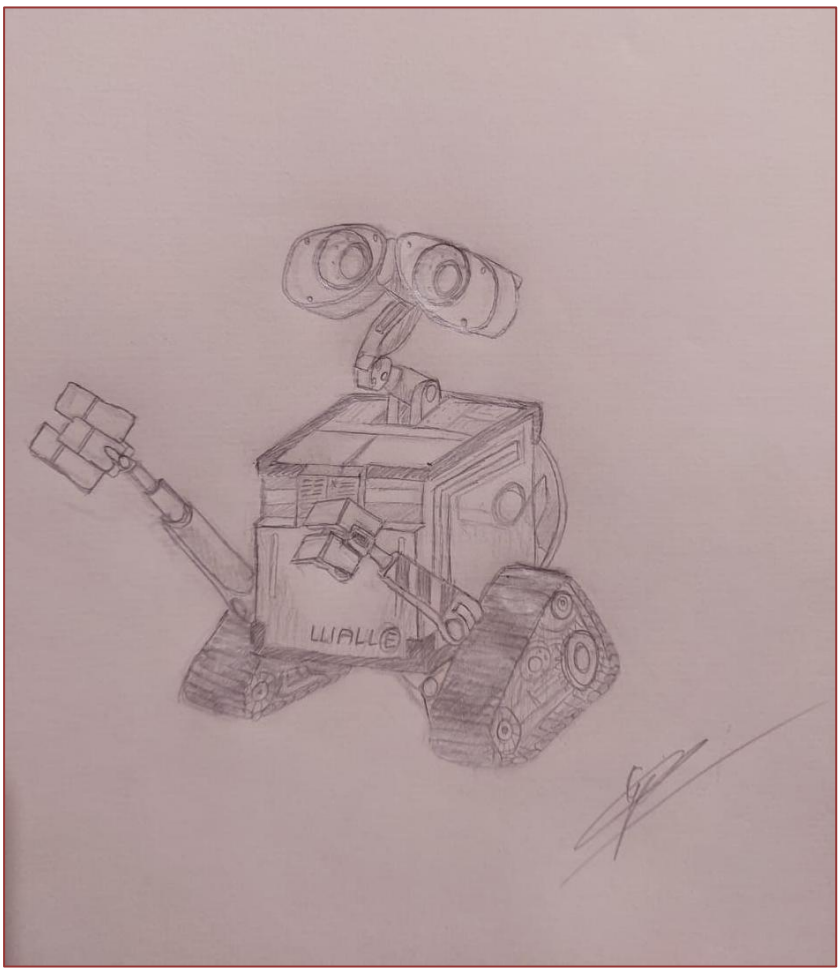
1. CONHECENDO OS AUTORES

Gabriel Almeida Santos de Oliveira

Ainda cedo em minha infância, tinha a mania de construir coisas, colar, cortar, prender com fita ou o que tivesse no meu alcance, não havia caixa de papelão, embalagem de isopor ou cabo de vassoura que estivessem seguros a meu ver. Antes mesmo de entender equações ou de saber o que faz um engenheiro já explorava o que seria uma das minhas grandes paixões, construir coisas (Cf. Figura 7.1).

[1] Graduando em Engenharia de Controle e Automação. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: f.pacheco2705@gmail.com
[2] Graduando em Engenharia de Controle e Automação. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: gabriel.oliveira.ga76@gmail.com
[3] Graduanda em Engenharia de Controle e Automação. Aluna do Curso de Robótica Industrial. E-mail: 2022005043@ifam.edu.br
[4] Graduanda em Engenharia de Controle e Automação. Aluna do Curso de Robótica Industrial. E-mail: marinaluz1@gmail.com
[5] Técnico em Eletrotécnica. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: phenriquegomes17@gmail.com

Figura 7.1: Eu e meus sonhos



Fonte: Gabriel Almeida (2025).

Então, após negar todos os testes de proficiência, questionar minhas habilidades com as ciências exatas e dizer a todos que jamais faria engenharia, entrei (desempregado e em meio a uma pandemia) em um curso de engenharia, mais por desespero que desejo. Esse mesmo desespero que me levou a investir tudo de mim, e que permitiu me encontrar novamente na minha paixão de infância, de esboçar, planejar, projetar e construir.

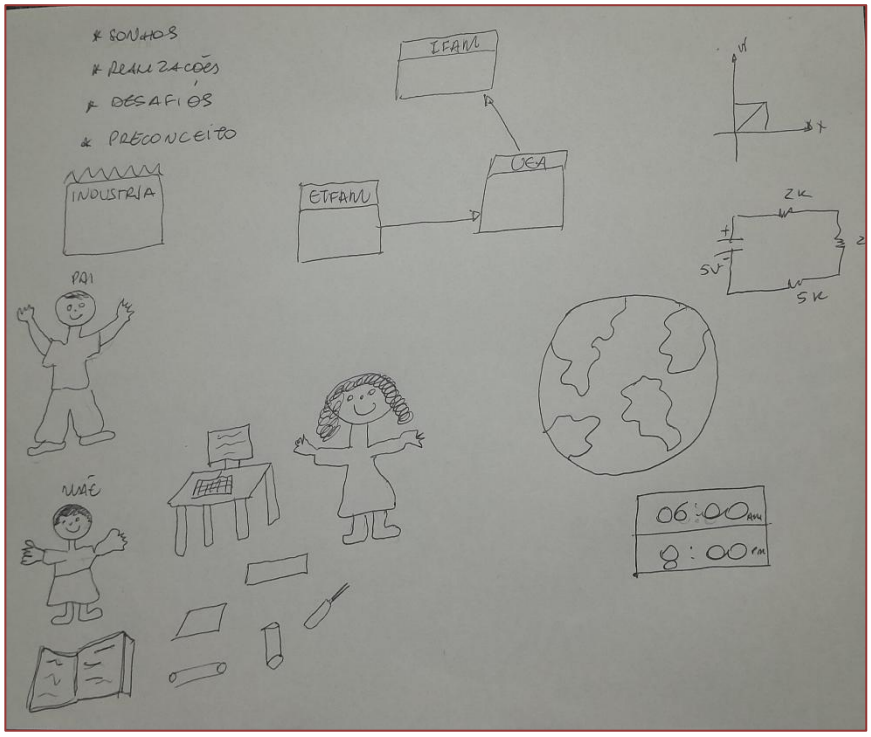
Em meio a minha graduação tive a oportunidade de entrar em um programa de estágio, onde experienciei de perto a atuação de um engenheiro no mercado de trabalho. Mas assim como existem diversas engenharias, existem diversas mais diferentes áreas em que um engenheiro pode atuar, e infelizmente fui alocado a realizar atividades mais voltadas à área administrativa, as quais pouco me identifiquei. Felizmente, essa experiência me levou a insistir ainda mais em minhas habilidades técnicas, de projetar e desenvolver sistemas.

Atualmente busco me especializar em sistemas embarcados, projetos de circuitos eletrônicos e desenvolvimento de placas de circuitos impressos. Vim ao laboratório de robótica em busca de expandir meus conhecimentos tanto de robótica e de automação, a fim de me aproximar do profissional a qual aspiro me tornar.

Luzmarina Souza De Siqueira

Meu nome é Luzmarina e minha jornada é uma descrição de que a paixão pela tecnologia é um caminho que, mesmo com desvios, sempre encontra seu norte. Formada em Tecnologia em Eletrônica e com uma bagagem sólida em TI desde 2010, sempre nutri um fascínio profundo pelo mundo das Exatas. Máquinas, mecanismos, a lógica por trás do funcionamento dos equipamentos – montar, desmontar e compreender sua alma metálica sempre foi mais que uma habilidade para mim; foi uma vocação (Cf. 7.2).

Figura 7.2: Meus sonhos



Fonte: Luzmarina de Souza (2025).

O sonho da Engenharia sempre pairou como um horizonte a ser alcançado. No entanto, devido a compromissos da vida profissional, a necessidade de trabalhar incansavelmente, fizeram com que esse objetivo fosse adiado por algum tempo. Nas muitas entrevistas que realizei, esbarrei em uma barreira silenciosa, mas perceptível: a ausência de um título de "engenheira" era, para alguns, um impedimento maior do que toda a minha experiência prática e conhecimento acumulado. Essa frustração, porém, nunca apagou a chama do desejo de atuar na área tecnológica e em voltar um dia a estudar na área.

Foi nesse contexto de resiliência que encontrei na Engenharia de Controle e Automação a chave para destravar esse futuro. Este curso representa a concretização da minha fascinação por máquinas, elevada à sua potência máxima. E dentro desta vasta área de conhecimento, vejo o curso de Robótica Industrial não como uma disciplina isolada, mas como a prática e a aplicação mais possível de todo esse conhecimento.

A Robótica Industrial seria a combinação entre minhas futuras competências e aspirações. É onde a eletrônica que é minha primeira área de formação vem a aplicar-se. É onde a TI, minha aliada de mais de uma década, oferece o cérebro para os estudos de algoritmos de programação, a lógica de controle, a integração com Internet das Coisas (IoT). E, finalmente, é onde o sonho da engenharia se concretiza, aplicando os princípios da mecânica, da teoria de controle e da automação para projetar, implementar e otimizar células de manufatura inteligentes.

O curso é o caminho mais direto para me inserir na indústria 4.0, um setor que não para de crescer e que anseia por profissionais com uma visão híbrida e prática como a minha. Mais do que uma especialização, vejo a Robótica Industrial como o alicerce para o meu futuro na pesquisa e no desenvolvimento, tendo como base a visão computacional (para que os robôs não apenas se movam, mas "vejam" o que estão fazendo), a colaborativa (onde humanos e robôs trabalham lado a lado em segurança), e a inteligência artificial aplicada à manufatura, criando sistemas que aprendem e se adaptam sozinhos para daí ser o início de um caminho maior se conhecimentos.

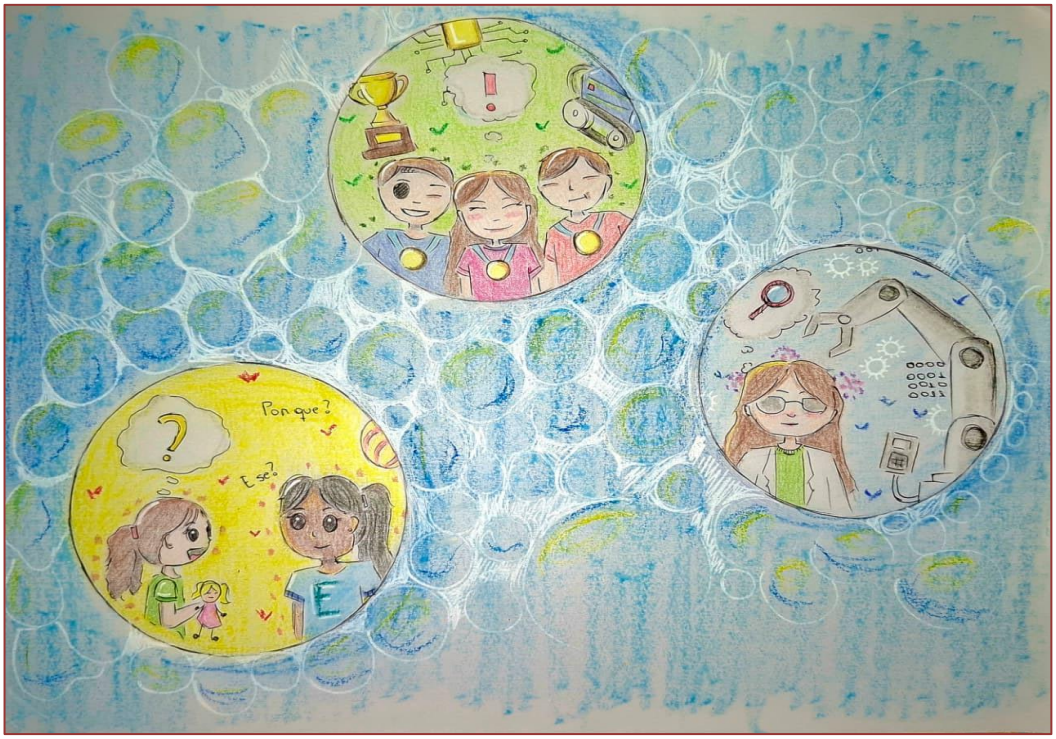
Portanto, investir na Robótica Industrial é muito mais que fazer um curso; é dar o próximo passo, é transformar uma trajetória de experiência sólida. É, finalmente, equipar-me com o conhecimento formal para não apenas entrar na sala, mas para liderar a conversa na área que sempre amei.

Lawany da Silva Souza

Meu nome é Lawany da Silva Souza, um pouco diferente eu sei, mas um nome que carrega a fé e a coragem que um jovem casal depositava sobre a vida de sua única filha. Nascida em uma noite de domingo como qualquer outra em novembro no ano de 2003, uma alegria e amor imensurável se instalaria no peito de minha mãe o qual até os dias de hoje não se extinguiria.

Como todas as crianças, sempre fui muito curiosa com as possibilidades e os “e se” que surgiam enquanto eu crescia, sempre direta perguntava sobre tudo e mais um pouco, minha família materna conta que as palavras brotavam de mim em grande quantidade e com facilidade, característica que me acompanha até hoje e molda a forma como vejo e vivo o mundo. Desde cedo, aprendi que perguntar é o primeiro passo para aprender, e que a curiosidade é uma força poderosa quando acompanhada de coragem.

Figura 7.3: Curiosidades e novos caminhos



Fonte: Lawany da Silva (2025).

Na adolescência, pratiquei alguns esportes, mas nada que realmente fizesse meu coração disparar. Foi nesse mesmo período que uma prima próxima me incentivou a ingressar no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas — Campus Manaus Distrito Industrial (IFAM). Ela me contou sobre diversas competições envolvendo tecnologias que eu jamais havia visto ou imaginado, e aquilo despertou em mim uma curiosidade intensa, fazendo meu coração desejar saber sempre mais.

Na mocidade, ingressei nesse lugar tão curioso e logo percebi que era muito mais do que minha prima havia me contado. Junto a alguns colegas movidos pela sede de conhecer o desconhecido, encontrei a equipe de robótica do IFAM, na qual passei a competir. Lembro-me como se fosse ontem do dia em que liguei em lágrimas para minha avó para contar que havíamos conquistado o primeiro lugar nas regionais da Olimpíada Brasileira de Robótica. Esse feito nos levou até o outro lado do país, onde alcançamos o segundo lugar na etapa nacional. Naquele momento tive certeza: era isso que eu nem sabia que procurava — era isso que eu queria estudar.

Com isso, ingressei na graduação de Engenharia de Controle e Automação no IFAM, decisão que todos os dias é reafirmada desde aquele memorável momento. O ambiente podia até ser o mesmo, mas eu havia mudado. Passei a enxergar aquele espaço de uma nova forma: um lugar repleto de incontáveis oportunidades. Nesse “novo velho” cenário, conheci diversos docentes, entre eles um que percebeu algo diferente em mim. Foi através dele que soube da abertura de uma nova turma no Laboratório de Robótica Industrial (LRI). Participei do processo seletivo e conquistei a tão esperada vaga.

Minha experiência no LRI marcou um novo capítulo da minha trajetória. Ali, tive contato direto com projetos que exigiam não apenas conhecimento técnico, mas também disciplina, colaboração e visão crítica. Foi nesse espaço que aprendi a unir teoria e prática, a valorizar cada detalhe do processo e a perceber o impacto real que a engenharia pode gerar. No LRI, descobri que minha essência está ligada à busca pelo aprendizado contínuo, que meus valores se firmam na dedicação e no trabalho em equipe, e que meu propósito vai além de conquistar títulos: é contribuir para soluções inovadoras que possam transformar realidades e inspirar outras pessoas a acreditarem no poder da ciência e da tecnologia.

Hoje, carrego comigo não apenas a vontade de aprender, mas também o desejo de contribuir — de compartilhar o conhecimento adquirido, inspirar outras pessoas e fazer parte de projetos que unem inovação e impacto social. Se antes eu era apenas aquela criança curiosa que perguntava “e se?”, agora sou uma jovem que busca transformar esses “e se” em respostas concretas, em soluções e em oportunidades para o futuro.

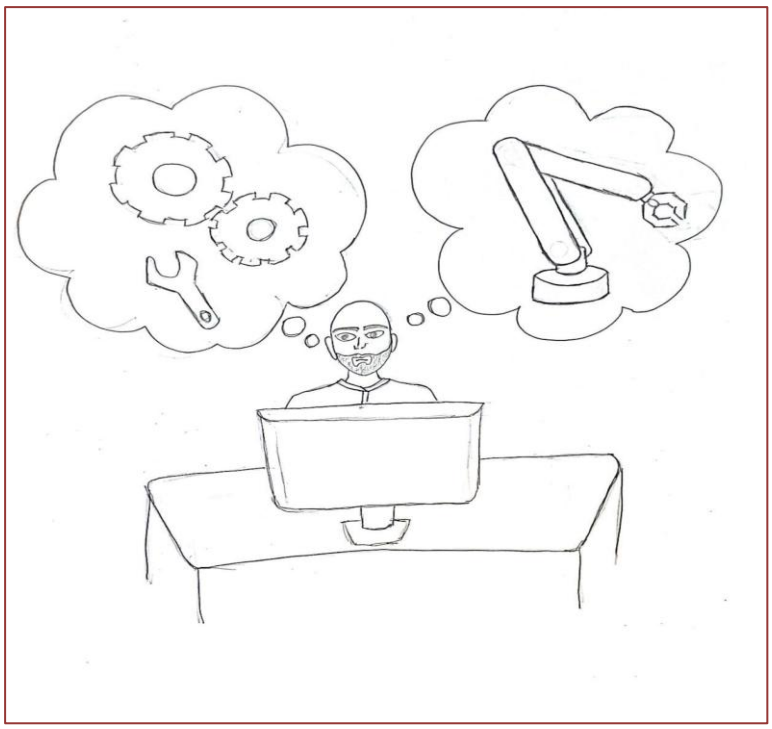
Paulo Henrique Batista Gomes

Me chamo Paulo Henrique Batista Gomes, tenho vinte e nove anos, natural de Manaus Amazonas. Minha trajetória começa tendo uma infância bem comum, porém muito boa, de brincadeira na rua com amigos, rotina de estudo regular e coisas comuns ao tempo. Quando pequeno, sempre tive o interesse e curiosidade em brinquedos que tivessem algum tipo de funcionamento, seja com os mecanismos ou com a parte elétrica/eletrônica; sendo assim, gostava muito de desmontar, tirar as peças e fazer outras coisas com elas, como algum tipo de “prototipagem”, usando motores, pilhas, leds e etc...

Uma vez percebido tal gosto, fui orientado que seria interessante ingressar em um curso técnico para ser possível explorar mais meu potencial. Sendo assim, prestei um mini vestibular para o IFAM (Instituto federal do Amazonas), onde me formei no curso técnico integrado em eletrotécnica. Logo após, tive oportunidade de fazer estágio e posteriormente ser contratado como Técnico de manutenção elétrica na YAMAHA, uma das maiores fábricas de motocicletas de Manaus e a nível mundial.

Lá trabalhei no setor de manutenção e tive chance de desenvolver muitas habilidades de poder analítico de falhas em máquinas em setores de usinagem, fundição, estamparia, pintura e linha de montagem, além de vários trabalhos como reforma de máquinas, melhorias de processo, sempre aplicando sistemas de automação. Logo após, tive também passagem por outra empresa, dessa vez agora de bicicletas (CALOI), onde passei cinco anos, também atuando na manutenção do processo (Cf. 7.4).

Figura 7.4: Minha vida



Fonte: Paulo Gomes (2025).

Atualmente trabalhando na *LG Electronics*, tive o prazer de ser convidado pela gestão a fazer o curso de capacitação em robótica industrial, onde está sendo um marco grandioso na minha carreira profissional, desenvolvendo muitos conhecimentos e habilidades com robótica, programação e automação no geral. Em reta final de conclusão de curso, estou muito satisfeito, mas cheio de expectativas para aplicar vem sendo aprendido e contribuir cada vez no meu trabalho, abrindo margem para o meu crescimento e sucesso profissional.

2. NOSSO DESAFIO

O desafio proposto ao time 4, também conhecido como Iron Crabs, envolve um problema causado pelo desalinhamento das serpentinas de ar-condicionado na linha de produção. Esse desalinhamento ocorre devido ao desgaste dos equipamentos, que, com o uso prolongado, apresentam falhas e exigem manutenções frequentes. Como resultado, as peças produzidas sofrem variações que tornam impossível seu reaproveitamento, levando ao descarte.

Diante desse cenário, o desafio assumiu proporções ainda maiores, pois não se tratava apenas de corrigir uma falha pontual do processo, mas de propor uma solução robusta, preventiva e replicável para o ambiente fabril. A equipe buscou compreender como variáveis como vibração, desgaste mecânico, regulagens inadequadas e falhas humanas contribuem para o desalinhamento no ponto crítico de expansão. A partir dessa análise aprofundada, tornou-se evidente que qualquer proposta eficiente deveria atuar antes da ocorrência do defeito, permitindo sua identificação ainda na etapa de posicionamento do condensador. Assim, o desafio evoluiu para a concepção de um

sistema capaz de integrar inspeção, sinalização e assistência mecânica, reduzindo desperdícios e ampliando a confiabilidade operacional da linha de produção.

2.1. IMERSÃO

O desafio proposto à equipe Iron Crabs teve como objetivo inicial a análise das aletas e dos defeitos presentes nas serpentinas de ar-condicionado. A partir dessa premissa, foi iniciada a fase de "imersão", na qual, com o auxílio das técnicas abordadas no primeiro módulo do curso, o time foi capaz de aprofundar-se na questão apresentada. Durante essa etapa, foram aplicadas ferramentas do *Design Thinking,* como pesquisa desk, pesquisa em campo e entrevistas, com o propósito de explorar as múltiplas camadas do problema.

Com as informações obtidas nas fases iniciais, a busca por artigos e soluções previamente desenvolvidas para problemas similares se tornou uma etapa crucial do estudo. A análise dos artigos identificados permitiu a construção de um roteiro com questionamentos que orientaram as investigações subsequentes.

A visita técnica à instalação fabril revelou-se essencial para a compreensão do contexto em que o problema estava inserido. Essa etapa foi particularmente esclarecedora, uma vez que até aquele momento o único contato da equipe com o problema se dava por meio de imagens, as quais não apresentavam um nível de detalhamento suficiente para uma compreensão plena do desafio.

Com o roteiro em mãos, foram realizadas entrevistas com operadores de máquinas, líderes de linha e técnicos presentes na instalação. Os participantes responderam de forma colaborativa aos questionamentos e indicaram que, naquele ambiente, a identificação do defeito nas peças ocorria apenas ao final da linha de produção. Entretanto, essa identificação tardia resultava no acúmulo de peças defeituosas, que acabavam sendo descartadas (Cf. Figura 7.5)

Figura 5: Serpentinas

Fonte: Os Autores (2025).

Após o esclarecimento das dúvidas e a obtenção de novas informações sobre o ambiente de produção, foi constatado que a verificação das aletas não representava um problema crítico. O real desafio estava no esmagamento das serpentinas, o que levou ao

refinamento da definição do problema. A questão foi então reformulada, sendo identificada como uma dificuldade no ajuste de posicionamento do produto, especificamente quando o condensador alcança a posição inicial de expansão.

2.2. IDEAÇÃO

Na fase de imersão e entendimento do problema, conduzimos uma pesquisa de mesa estruturada para mapear abordagens consolidadas e tecnologias pertinentes ao contexto fabril do processo de expansão de tubos em trocadores de calor. A revisão contemplou práticas de Controle Estatístico de Processo (CEP) e estratégias de Manutenção Preditiva/Monitoramento por Condição (CBM), permitindo caracterizar as causas recorrentes de desalinhamento e seus impactos operacionais (*scrap* e redução de *throughput*). Essa fundamentação teórica, aliada às evidências coletadas no chão de fábrica, delineou claramente a problemática: perda de precisão de posicionamento por variações de setup, desgaste de componentes e configuração inadequada, resultando em colisões com guias e deformações na serpentina.

Com base nesse diagnóstico, a etapa de ideação foi conduzida por meio de sessões de brainstorming, nas quais foram geradas alternativas de solução orientadas à mitigação do desalinhamento e à detecção precoce de não conformidades. As ideias foram organizadas e priorizadas por critérios técnicos e operacionais (tempo de integração, custo, inovação, complexidade de manuseio, manutenção, impacto no tempo de operação e aderência aos conhecimentos do curso). Esse processo convergiu para o conceito mais promissor: um mecanismo de suporte atuado, assistido por visão computacional, capaz de monitorar o posicionamento e sinalizar, de forma visual, condições de desalinhamento antes do ciclo de fechamento da máquina, favorecendo a redução de perdas e a confiabilidade do processo (Cf. Figura 7.6).

Figura 7.6 – Apresentação da fase de ideação

Fonte: Os Autores (2025).

2.3. PROTOTIPAGEM

A fase de prototipagem representou o momento em que todas as informações obtidas na imersão e ideação foram transformadas em uma solução concreta. O desafio central consistia em desenvolver um dispositivo capaz de identificar o desalinhamento das serpentinas antes do ciclo de fechamento da máquina, reduzindo assim o risco de esmagamento das peças. Para isso, a equipe precisou compreender profundamente o ambiente fabril, os limites do maquinário e as interferências presentes no processo. O objetivo era construir um protótipo funcional que unisse simplicidade mecânica, precisão eletrônica e facilidade de integração ao processo existente.

Durante essa etapa, surgiram dificuldades relacionadas à escolha dos sensores adequados, à estruturação do suporte mecânico e ao desenvolvimento de um sistema de sinalização que fosse facilmente compreendido pelos operadores. Além disso, o tempo limitado para execução do projeto exigiu uma divisão eficiente de tarefas, combinando habilidades diversas do grupo. Foram utilizados recursos como câmera, atuadores mecânicos, estruturas em alumínio para suporte, suportes impressos em 3D e ferramentas de prototipagem como softwares para materializar a solução proposta. A experimentação constante permitiu realizar ajustes finos e aprimorar o sistema à medida que novas informações surgiam.

A fase de prototipagem destacou que o projeto deveria emitir alertas visuais sempre que fosse detectada uma anomalia no posicionamento, evitando o desperdício de materiais e a sobrecarga da linha de produção. A solução proposta não apenas respondia ao desafio inicial, mas também se mostrou escalável e passível de futuras integrações com sistemas mais avançados de visão computacional e automação (Cf. Figura 7.7).

Figura 7.7 – Demonstração na fase de prototipagem

Fonte: Os Autores (2025).

Importante indicar que ocorreram testes. Os testes forneceram dados importantes sobre o tempo de resposta, precisão da identificação e robustez da estrutura mecânica, permitindo ajustes necessários para aprimoramento do design. A participação conjunta dos membros da equipe foi essencial para realizar validações contínuas e coletar impressões qualitativas sobre o desempenho do dispositivo.

Além dos testes técnicos, a equipe realizou uma avaliação qualitativa considerando fatores como facilidade de operação, manutenção e clareza das informações transmitidas ao operador. O protótipo demonstrou ser intuitivo, com sinalização visual clara, o que favorece sua integração à rotina dos trabalhadores da linha de produção. No entanto, alguns desafios foram identificados, como a necessidade de reforçar a estrutura mecânica para suportar condições reais de fábrica e a possibilidade de implementar sensores com maior precisão para otimizar a captação do desalinhamento.

Considerando o conjunto de avaliações, o dispositivo foi bem-sucedido em atender o objetivo principal de reduzir a possibilidade de esmagamento das serpentinas e melhorar a eficiência do processo. Ele se mostrou capaz de antecipar erros que antes só eram identificados no final da linha de produção, reduzindo o acúmulo de peças danificadas e contribuindo para uma rotina mais segura e confiável. Ao final da avaliação, foi possível constatar que a solução, embora ainda em caráter de protótipo, possui potencial para evoluir para uma versão industrial plenamente aplicável, servindo como base para estudos futuros e melhorias contínuas na área de automação.

3. NOSSO PROCESSO FORMATIVO

3.1. COMO FOI O PROCESSO?

O desenvolvimento da disciplina ocorreu de maneira progressiva e estruturada, integrando teoria e prática ao longo das semanas de formação. Inicialmente, foram apresentados os fundamentos da Robótica Industrial, abrangendo conceitos essenciais como cinemática, dinâmica, programação de manipuladores, sistemas de controle e princípios da automação moderna. Essas bases teóricas permitiram que a equipe compreendesse as aplicações dos robôs na indústria e como suas operações impactam diretamente a eficiência produtiva. As aulas foram conduzidas com metodologias ativas, estimulando a participação e o raciocínio crítico dos alunos desde os primeiros encontros.

Ao longo das atividades, experimentamos dinâmicas voltadas à resolução de problemas reais da indústria, explorando metodologias como *Design Thinking*, análise de processos e elaboração de soluções práticas para desafios autênticos. Os professores de todas as disciplinas promovem ambientes colaborativos, no qual as ideias eram discutidas, refinadas e testadas continuamente. Essa abordagem permitiu integrar múltiplas perspectivas e desenvolver uma compreensão mais profunda das complexidades do ambiente industrial e das etapas que envolvem o projeto de sistemas automatizados. As disciplinas enfatizaram a importância da pesquisa aplicada, da experimentação e da prototipagem rápida.

O período de realização das disciplinas foi marcado por encontros presenciais no Laboratório de Robótica Industrial, onde conceitos teóricos eram aplicados diretamente em equipamentos e softwares especializados. A interação com os robôs, sensores e ferramentas ampliou significativamente o entendimento dos estudantes sobre o funcionamento dos sistemas automatizados, fortalecendo a capacidade de planejar e implementar soluções técnicas. Dessa forma, o processo formativo consolidou

competências essenciais da engenharia, preparando a equipe para atuar de maneira crítica e inovadora frente aos desafios encontrados no setor industrial.

3.2. O QUE FOI SIGNIFICATIVO?

Entre os elementos mais significativos da disciplina, destaca-se a oportunidade de vivenciar o ciclo completo de desenvolvimento de uma solução tecnológica, desde a identificação do problema até a construção e validação de um protótipo funcional. Essa experiência permitiu que a equipe compreendesse de maneira concreta como os conceitos estudados em sala se aplicam diretamente ao contexto industrial. A prática constante evidenciou a importância da precisão, da metodologia e da colaboração entre os membros do time, contribuindo para uma aprendizagem sólida e contextualizada.

Outro aspecto relevante foi o contato com as ferramentas e metodologias utilizadas em projetos de automação avançada, como o uso de sensores, atuadores, modelagem 3D, visão computacional e sistemas embarcados. Para muitos integrantes da equipe, esses recursos eram novidade ou haviam sido explorados apenas superficialmente. A disciplina ofereceu a possibilidade de aprofundar esses conhecimentos, proporcionando uma compreensão ampla das tecnologias que formam a base da Indústria 4.0. Essa vivência prática ampliou as perspectivas profissionais e acadêmicas de cada aluno.

Também foi especialmente marcante o uso de metodologias como *Design Thinking* e mapeamento de processos, que possibilitaram analisar o problema de forma estruturada e orientada a soluções. Essa abordagem contribuiu para desenvolver habilidades de investigação, observação crítica e empatia com o contexto operacional da indústria, permitindo enxergar além dos aspectos puramente técnicos. Com isso, a equipe aprendeu a valorizar a integração entre diferentes áreas do conhecimento e a compreender a importância de soluções que sejam não apenas eficientes, mas também aplicáveis e sustentáveis.

Por fim, a convivência no laboratório e o trabalho coletivo fortaleceram vínculos e fomentaram um ambiente estimulante, no qual cada integrante pôde descobrir suas potencialidades e superar limitações. A troca de experiências entre alunos com trajetórias distintas tornou o processo de aprendizagem ainda mais enriquecedor. Essa diversidade de perspectivas foi fundamental para a construção de uma solução criativa e bem fundamentada, reforçando a compreensão de que a engenharia se apoia tanto em conhecimento técnico quanto em colaboração e comunicação.

3.3. QUAIS FORAM OS DESAFIOS?

O desenvolvimento das disciplinas também trouxe desafios importantes para a equipe, especialmente relacionados à compreensão inicial do problema industrial, que envolvia diversas variáveis e restrições práticas. A necessidade de interpretar informações técnicas, identificar causas raiz e propor uma solução exequível exigiu esforço conjunto e aprofundamento teórico. Além disso, a equipe enfrentou dificuldades para acessar detalhes essenciais do processo produtivo, o que tornou fundamental o uso de entrevistas e visitas técnicas para obter informações complementares.

Outro desafio significativo foi o gerenciamento do tempo, já que o projeto precisava ser desenvolvido paralelamente às demais responsabilidades acadêmicas e profissionais dos membros. A divisão de tarefas tornou-se imprescindível para garantir

progresso contínuo, exigindo organização, comunicação e disciplina. Apesar disso, a equipe conseguiu estabelecer uma rotina eficiente, que permitiu avançar de maneira consistente nas diferentes etapas do projeto.

No aspecto técnico, surgiram dificuldades relacionadas à seleção de sensores, integração mecânica do protótipo e implementação da lógica de sinalização. Algumas soluções inicialmente planejadas precisaram ser revistas após testes práticos, exigindo flexibilidade e capacidade de adaptação. O aprendizado adquirido nesses momentos de incerteza foi essencial, pois evidenciou a importância dos ciclos iterativos de prototipagem e validação para o aprimoramento do dispositivo.

Por fim, um dos maiores desafios foi transformar uma ideia promissora em um protótipo funcional sem acesso irrestrito às condições reais de fábrica. Boa parte dos testes precisou ser realizada em simulações e ambientes controlados, o que demandou criatividade para replicar situações semelhantes às encontradas no processo industrial. Ainda assim, a equipe conseguiu superar essas limitações construindo uma solução viável, com potencial claro para evoluir para aplicações industriais mais robustas.

REFERÊNCIAS

[1] BOLTON, William. **Automação industrial**. 2. ed. São Paulo: Elsevier, 2015.

[2] CRAIG, John J. **Introdução à robótica: mecânica e controle**. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2006.

[3] DORF, Richard C.; BISHOP, Robert H. **Sistemas de controle moderno**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2013.

[4] FARIA, Gabriel Dudena de. **Tecnologias da Indústria 4.0 com foco na manutenção preditiva inteligente: uma revisão sistemática**. 2024. Monografia (Graduação em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2024.

[5] GROOVER, Mikell P. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

[6] KUO, Benjamin C. **Sistemas de controle automático**. 8. ed. São Paulo: LTC, 2008.

[7] NIKU, Saeed B. **Introdução à robótica: análise, sistemas e aplicações**. 2. ed. São Paulo: LTC, 2011.

[8] OGATA, Katsuhiko**. Engenharia de controle moderno**. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2010.

[9] PFEIFFER, Friedrich; SCHNEIDER, Christian. **Robotics: an introduction**. Berlin: Springer, 2013.

[10] RINALDI NETO, Osvaldo; ALVES, Douglas Henrique Silva; SANTOS, Jean Souza dos; BRUNO, Diego Renan. Aplicação de inteligência artificial para robótica industrial: um estudo visando a Indústria 4.0. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 20, n. 2, p. 571–585, 2023. DOI: https://doi.org/10.31510/infa.v20i2.1767.

[11] SIEGWART, Roland; NOURBAKHSH, Illah R.; SCARAMUZZA, Davide. **Introduction to autonomous mobile robots**. 2. ed. Cambridge: MIT Press, 2011.

[12] SPONG, Mark W.; HUTCHINSON, Seth; VIDYASAGAR, M. **Robot modeling and control.** 2. ed. Hoboken: Wiley, 2020.

[13] ZARO, Eduardo Márcio; WEBBER, Carine Geltrudes. Estudo de caso de desenvolvimento de sistema para manutenção preditiva 4.0. **Revista Produção Online**, v. 22, n. 3, p. 3418–3340, 2023. DOI: https://doi.org/10.14488/1676-1901.v22i3.4557.

CAPÍTULO

08

Sistema inline de leitura automática de códigos 1D/2D para rastreabilidade de aparelhos de TV

Brenda Lima Cezar[1], Fábio André da Frota Lima[2], Helmer Araujo Rodrigues[3], Henrique da Rocha Andrade[4], Luís Gustavo Corrêa[5]

1. CONHECENDO OS AUTORES

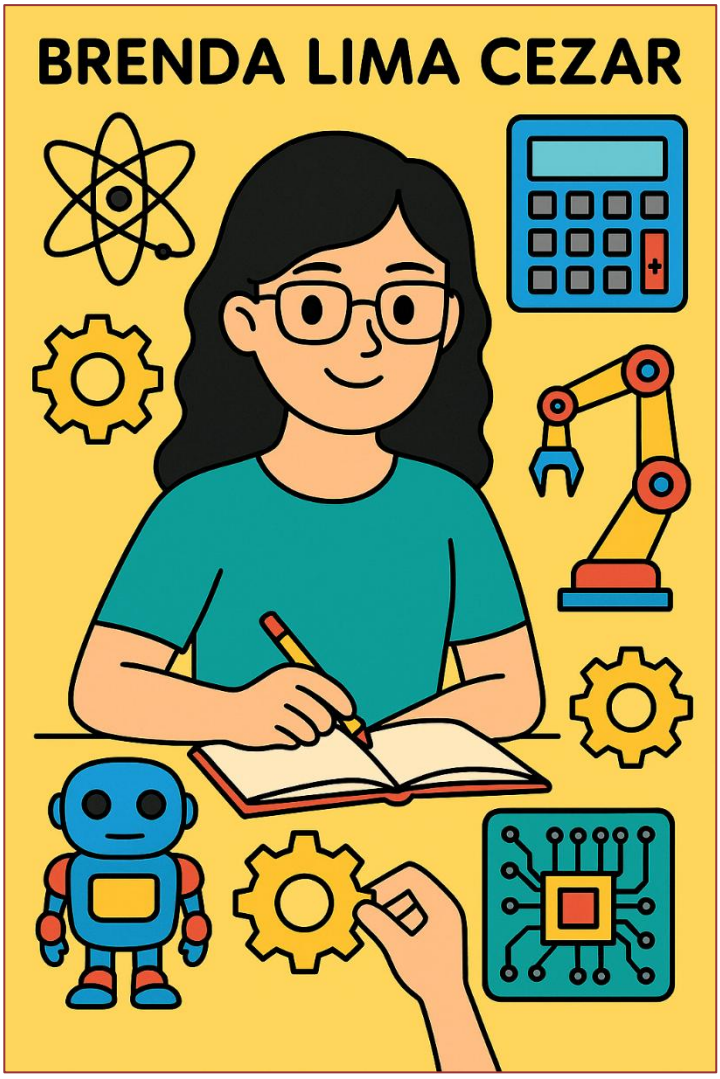
O objetivo deste capítulo é narrar a jornada de desenvolvimento de uma solução para o desafio *Auto Label Adjust*, explorando a aplicação de visão computacional na automação industrial. O texto está organizado em três partes fundamentais: 1) o perfil dos autores, que revela as motivações pessoais por trás do time; 2) a descrição técnica do desafio e da aplicação metodológica do curso; 3) o relato do processo formativo que embasou o projeto. Convidamos o leitor a refletir sobre como a diversidade de experiências e a resiliência diante de limitações materiais são tão cruciais quanto a técnica para transformar problemas complexos em aprendizado e inovação na Indústria 4.0.

Brenda Lima Cezar

Meu nome é Brenda Lima Cezar, tenho 22 anos e minha história começa, de certa forma, em dose dupla. Ser gêmea é crescer com um espelho constante, uma referência imediata para tudo. Enquanto minha irmã florescia em sua extroversão contagiante, eu encontrava meu espaço em um mundo mais silencioso e introspectivo. Desde pequena, minha curiosidade não se voltava para as grandes multidões, mas para o mecanismo de um relógio, o circuito de um brinquedo quebrado ou a lógica por trás de um problema de matemática. Havia uma paz imensa em desmontar, entender e consertar as coisas, uma satisfação que era só minha, em um universo onde as comparações não conseguiam entrar (Cf. Figura 8.1)

[1] Graduanda do Curso de Engenharia de Controle e Automação do IFAM/CMDI. Aluna do Curso de Robótica Industrial. E-mail: brendalimacezarr@gmail.com.br
[2] Bacharel em Engenharia da Computação. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: fabioandrelima36@gmail.com
[3] Técnico em Automação Industrial. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: helmeraraujo05@gmail.com
[4] Graduando do Curso de Engenharia de Controle e Automação do IFAM/CMDI. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: henriquerochaandrade@gmail.com
[5] Técnico em Automação Industrial. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: lgcalmeid@gmail.com

Figura 8.1: Meus silêncios



Fonte: Brenda Lima (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT

Esse fascínio pelo "como funciona" me guiou naturalmente para o universo das ciências exatas. A física e a matemática não eram apenas matérias na escola; eram linguagens que descreviam o mundo de uma forma elegante e previsível. Para a menina reservada que eu era, encontrar um campo onde o mérito vinha da solução de um problema, e não da projeção social, foi libertador. Era o meu refúgio e, ao mesmo tempo, meu palco. Cada equação resolvida, cada desafio lógico superado, era uma afirmação silenciosa da minha identidade, um espaço de reconhecimento que eu mesma construí, peça por peça, longe dos holofotes da vida social que minha irmã dominava com tanta facilidade.

Quando chegou a hora de escolher uma profissão, a Engenharia de Controle e Automação pareceu uma continuação óbvia dessa jornada. O que me encantou na área foi sua natureza multidisciplinar, uma encruzilhada onde a mecânica, a eletrônica e a computação se encontram para criar sistemas inteligentes. Não se tratava mais de consertar um único objeto, mas de orquestrar um conjunto de tecnologias para que trabalhassem em harmonia. Foi durante o curso que tive meu primeiro contato real com a robótica industrial, e foi como se uma peça que eu nem sabia que faltava se encaixasse perfeitamente em meu quebra-cabeça pessoal.

Esse interesse inicial rapidamente se transformou em uma forte convicção de que eu precisava mergulhar nesse universo, entender a fundo a complexa harmonia entre hardware e software e explorar as possibilidades que ele guardava. Não se tratava de traçar um plano de carreira rígido, mas de seguir uma curiosidade genuína que me puxava para a intersecção entre a força bruta do metal e a elegância da inteligência artificial. Senti que, ao compreender aquelas máquinas, eu estaria também compreendendo uma parte importante do futuro.

Independentemente do caminho profissional que eu venha a seguir, essa exploração já me transformou, ensinando-me a ser mais resiliente e a pensar de forma mais sistêmica. A menina que encontrava paz consertando brinquedos hoje se vê fascinada pela possibilidade de um dia programar os gigantes que constroem o nosso amanhã.

Fábio André da Frota Lima

Meu nome é Fábio André da Frota Lima, nasci e moro em Manaus. Desde pequeno, sempre tive uma relação próxima com a tecnologia. Meu primeiro contato marcante com esse universo aconteceu de forma simples, jogando Wii na casa dos meus primos. Mais tarde, quando ganhei meu primeiro computador, essa curiosidade cresceu ainda mais. Eu não tinha o costume de apenas usar os aparelhos: tinha o costume de consertar meus próprios eletrônicos, como computador, mouse, teclado ou controle. Essa vontade de entender como as coisas funcionam me acompanhou até hoje.

Na hora de escolher minha graduação, optei pela Engenharia de Software, pois programar sempre foi algo que me atraiu. Recentemente, tive a oportunidade de criar meu primeiro aplicativo, experiência que me marcou profundamente e confirmou que estava no caminho certo. Foi no curso de Robótica Industrial, porém, que percebi como essa área poderia ampliar ainda mais meu futuro. Desde o primeiro contato, ficou claro para mim que a robótica é fascinante, principalmente por transformar em realidade o que antes estava apenas no código. Ver um robô executar uma tarefa programada por mim foi algo muito especial (Cf. Figura 8.2).

Figura 8.2: Eu

Fonte: Fábio André (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT

Entre as disciplinas do curso, manufatura aditiva foi um grande desafio, já que nunca havia utilizado *softwares* de modelagem 3D. Para superar as dificuldades, costumo baixar e praticar os programas necessários no meu computador. Essa dedicação tem me ajudado a consolidar o aprendizado e a explorar novas possibilidades. A robótica, para mim, não é apenas tecnologia: ela é prática, é útil, e tem potencial para transformar diversas áreas do nosso dia a dia.

Também acredito muito no trabalho em equipe. Estar em grupo é uma oportunidade de aprender com pessoas de outras formações e de compartilhar conhecimentos. Minhas experiências com programação são um diferencial que trago comigo, mas vejo grande valor em combinar diferentes habilidades dentro de um mesmo projeto. Essa troca enriquece tanto o aprendizado técnico quanto o pessoal.

No futuro, desejo seguir na área de automação de eletrônicos, especialmente na eletrônica aplicada, que sempre me chamou a atenção. Essa capacitação já me proporcionou boas experiências, mostrando como funciona um ambiente estruturado e profissional. Não tenho uma frase específica para resumir minha relação com a robótica, mas posso dizer que ela tem ampliado minha visão de mundo e aberto caminhos para novas conquistas pessoais e profissionais.

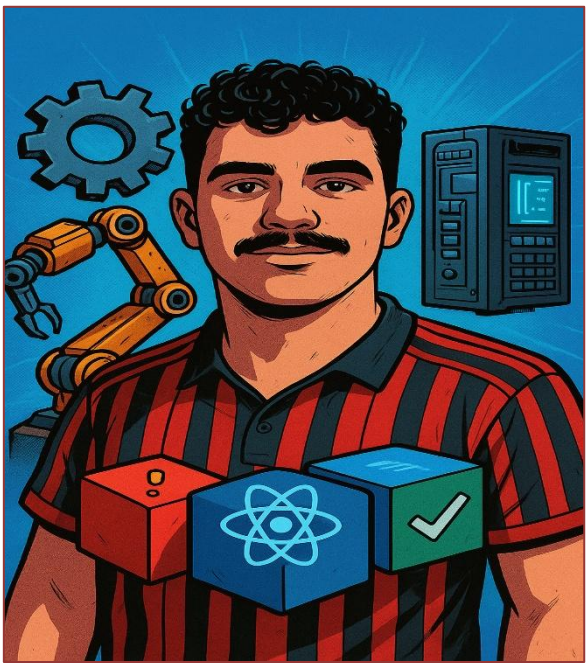
Helmer Araújo Rodrigues

Meu nome é Helmer Araújo Rodrigues, tenho 26 anos, e minha história começou de forma bastante comum: como uma criança fascinada por desenhos animados e histórias de heróis. Desde pequeno, eu me apegava a personagens que se destacavam por sua inteligência e por serem cientistas, o que despertou em mim uma forte admiração pelo conhecimento. Se naquela época alguém me perguntasse o que eu gostaria de ser quando crescesse, a resposta seria clara: queria ser um cientista. A curiosidade, a imaginação e a vontade de aprender sempre estiveram presentes na minha vida desde então.

No entanto, em 2009, algo novo aconteceu em minha trajetória. A engenharia foi introduzida em minha vida por meio de um personagem marcante: um herói bilionário e engenheiro, que mudou completamente minha forma de ver o futuro. A ideia de unir ciência, tecnologia e criatividade me conquistou profundamente. Foi nesse momento que percebi que queria seguir a carreira na área da engenharia, enxergando nela não apenas uma profissão, mas também uma forma de transformar ideias em realidade.

Em 2017, consegui alcançar um grande objetivo: ser aprovado no curso de Engenharia de Controle e Automação na Universidade do Estado do Amazonas (UEA). No entanto, por motivos pessoais e pela necessidade de trabalhar, precisei interromper a graduação. Foram cinco anos difíceis, nos quais esse sonho ficou adormecido. Apesar disso, nunca perdi o desejo de atuar na área, e sempre mantive viva a esperança de que um dia conseguiria retomar o caminho da automação (Cf. Figura 8.3).

Figura 8.3: Automatizando



Fonte: Helmer Araújo (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT

Esse retorno aconteceu em 2023, quando iniciei o curso técnico em Automação Industrial no IFAM. Essa escolha reacendeu em mim a chama da paixão pela área e abriu novas portas profissionais. Consegui sair do emprego em que estava e passei a atuar como

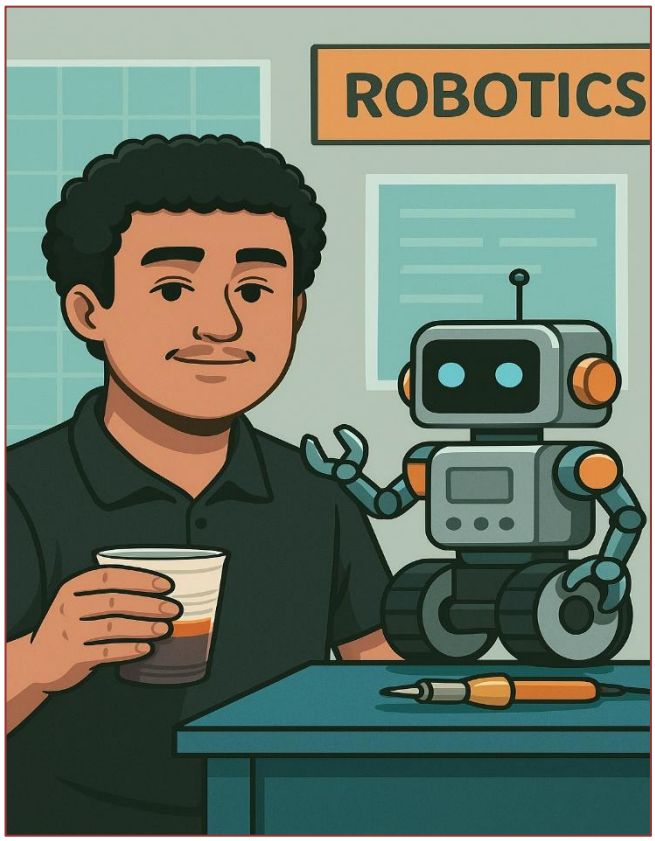
técnico em automação, aplicando na prática os conhecimentos que sempre desejei desenvolver. Essa experiência não só confirmou minha vocação, como também fortaleceu minha confiança para continuar crescendo profissionalmente.

Atualmente, estou cursando a graduação em Tecnologia de Mecatrônica Industrial, dando continuidade à formação que sempre sonhei. Meu objetivo agora vai além de me estabelecer no mercado: desejo um dia fundar minha própria empresa de automação, contribuindo para o desenvolvimento da indústria e da tecnologia. Cada etapa da minha trajetória, desde a infância marcada pelos heróis até a vida adulta em busca da realização profissional, mostra que nunca deixei de acreditar na força dos sonhos e na importância da perseverança.

Henrique da Rocha Andrade

Meu nome é Henrique da Rocha Andrade, nasci em Manacapuru, mas atualmente moro em Manaus. Desde a infância sempre demonstrei interesse por computadores e pela internet, embora minha família não tivesse muitas condições de me oferecer acesso a essas tecnologias. Foi apenas na adolescência que tive contato com meu primeiro computador, e a partir daí mergulhei de vez nesse universo. Os jogos foram a porta de entrada para minha curiosidade, despertando em mim um interesse que iria muito além do simples entretenimento Cf. Figura 8.4).

Figura 8.4: *Robotics*



Fonte: Henrique Rocha (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT

Minha aproximação com a robótica começou de forma indireta, através de jogos como Titanfall e Armored Core. Nessas experiências virtuais, pude imaginar como seria construir e programar máquinas que ultrapassam os limites da criatividade. Esse fascínio me inspirou a escolher meu curso de graduação em Engenharia de Controle e Automação, pois vi nele a possibilidade de transformar em realidade aquilo que até então era apenas um sonho alimentado por jogos. Quando soube da oportunidade de participar da capacitação em Robótica Industrial, vi uma chance valiosa de aprofundar meus conhecimentos e fortalecer meu currículo.

Durante a graduação tive experiências marcantes. Em uma avaliação em grupo, precisei construir um carrinho utilizando motores servos e pistões pneumáticos, montado apenas com sucata. Essa atividade foi um grande desafio, pois enquanto outros grupos tinham melhores materiais, eu acabei ficando com os piores. Precisei consertar tanto o pistão quanto o motor para que o projeto funcionasse. Apesar das dificuldades, essa experiência me ensinou a importância da persistência, da criatividade e da capacidade de encontrar soluções mesmo em situações adversas.

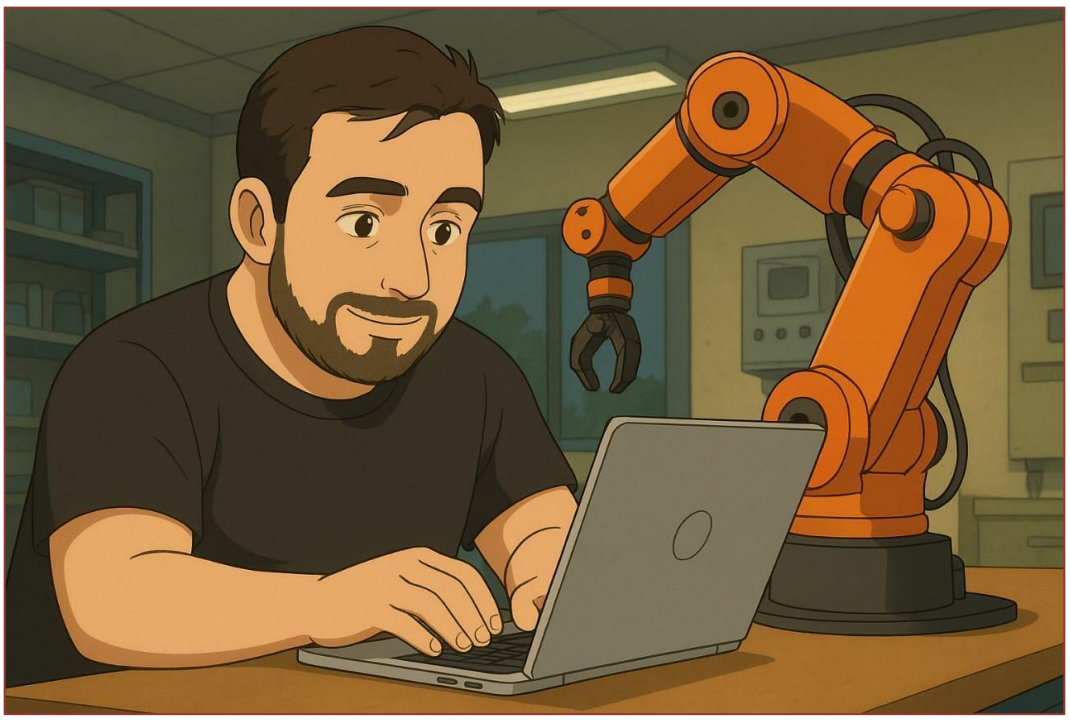
No curso de capacitação, tive meu primeiro contato prático com a programação Ladder, que me trouxe confiança para executar as tarefas propostas. Embora a barreira da língua inglesa tenha sido um obstáculo constante, principalmente na leitura de manuais e documentos técnicos, encarei isso como parte natural do processo de aprendizado. Fora do ambiente acadêmico, não tive muitas oportunidades, mas já me aventurei em pequenas aplicações de automação residencial (domótica), o que me mostrou como a robótica pode estar presente também no dia a dia das pessoas.

Hoje percebo que meu maior interesse está na integração de sistemas com softwares, área que considero essencial para conectar hardware e inteligência de forma eficiente. Pensando no futuro, gostaria de atuar em fábricas automatizadas, onde pudesse aplicar e expandir meus conhecimentos em robótica industrial, contribuindo para processos mais inteligentes, seguros e produtivos. Para mim, a robótica não é apenas a arte de construir máquinas, mas também a oportunidade de expandir os limites do que significa ser humano, unindo criatividade, tecnologia e trabalho.

Luis Gustavo Corrêa

Meu nome é Luis Gustavo Corrêa de Almeida, nasci em 1987, em Santarém, Pará. Possuo formação técnica em Elétrica, Automação e Informática, atuando há 20 anos na área de manutenção industrial. Ao longo de minha trajetória, desenvolvi experiência tanto em máquinas industriais quanto em softwares para automação. Meu primeiro software de computador foi um controle de cadastro de alunos feito no Visual Basic 6. Apaixonado por tecnologia desde a infância, mantive forte vínculo com a tecnologia, informática e os videogames desde os anos 1990 (Cf. Figura 8.5).

Figura 8.5: Meu eu



Fonte: Luís Gustavo (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT

Além de minha vida profissional, decidi dedicar-me a explorar as belezas naturais da região amazônica, com destaque para praias e cachoeiras. Neste curso, ampliei meus conhecimentos por meio do estudo da robótica voltada para a indústria, unindo prática, inovação e aprendizado contínuo. Para o futuro, espero repassar esses conhecimentos ao meu filho Levi que tem 11 anos.

2. NOSSO DESAFIO

A indústria moderna enfrenta grandes desafios quando o assunto é eficiência e flexibilidade na produção. Um dos gargalos mais comuns está na etapa de identificação e rastreabilidade dos produtos, que muitas vezes depende de processos manuais de leitura de etiquetas. Essa realidade se aplica ao contexto do desafio “Auto Label Adjust”, onde a linha de produção realiza atualmente a leitura manual das etiquetas de identificação, gerando perda de tempo significativa e impactando diretamente a produtividade. A necessidade de adaptação a diferentes tipos de produtos aumenta ainda mais a complexidade, tornando o processo lento e sujeito a falhas humanas.

Diante desse cenário, o objetivo central do desafio é automatizar a leitura das etiquetas, criando uma solução inteligente capaz de ajustar a linha de produção para reconhecer diferentes produtos sem necessidade de intervenção manual. A proposta é desenvolver um sistema flexível que consiga identificar etiquetas em diferentes posições, otimizando o tempo de produção, reduzindo erros e aumentando a confiabilidade do processo. Com isso, busca-se não apenas resolver o problema da lentidão, mas também agregar valor à operação industrial, fortalecendo o conceito de automação avançada e alinhando a produção às exigências da Indústria 4.0.

2.1. IMERSÃO

Durante o processo de imersão em uma entrevista com os funcionários da empresa, foi identificado que o processo atual de Auto Label Adjust depende de leitores automáticos fixos para captura dos códigos dos produtos. Quando a leitura falha, ocorre uma parada da linha, exigindo a intervenção manual do operador com um scanner portátil. Além disso, devido à variação de modelos e tamanhos, os códigos mudam de posição, obrigando os operadores a realizarem setups manuais e demorados. Isso gera como principal barreira o elevado tempo de ajuste, já que o sistema não possui flexibilidade para se adaptar automaticamente às diferentes configurações de etiquetas. Atualmente, a infraestrutura é composta por leitores, software MES e alguns recursos elétricos básicos, sem utilização de soluções de automação avançada.

Na pesquisa de *benchmarking*, foram identificadas soluções em outros setores que podem inspirar melhorias para este processo. Ferreira et al. (2013), por exemplo, desenvolveram uma plataforma robótica de baixo custo que utiliza visão artificial e varredura a laser para identificar diferentes peças em uma esteira, ajustando automaticamente o programa de robôs em tempo real. Esse método reduziu significativamente o tempo de setup e a necessidade de operadores especializados, mostrando que tecnologias de reconstrução 3D e reconhecimento de padrões podem ampliar a eficiência em linhas de produção flexíveis.

Um segundo estudo, de Huang, Lai e Wu (2025), aplicado na indústria calçadista, utilizou visão 3D e triangulação a laser para planejar trajetórias adaptativas de aplicação de adesivo, alcançando precisão de ±1 mm em ambiente fabril real. Essa experiência destaca o potencial do uso de tecnologias de visão para lidar com variações de posicionamento em peças ou etiquetas, garantindo confiabilidade e rapidez. Assim, ao unir os achados da pesquisa com os desafios relatados na fábrica, fica evidente que a adoção de soluções baseadas em visão 3D e ajustes dinâmicos pode representar um caminho promissor para superar as atuais limitações de tempo de setup e dependência do operador (Cf. Figura 8.6).

Figura 6: Apresentação da fase de imersão

Fonte: Os Autores (2025).

2.2. IDEAÇÃO

Durante o processo de ideação, uma das primeiras ideias levantadas foi o uso de uma câmera de visão computacional fixa para identificar a posição das etiquetas e, em seguida, um leitor de código de barras para realizar a leitura. O ponto positivo dessa proposta é a simplicidade: trata-se de uma implementação relativamente direta, aproveitando tecnologias já disponíveis no mercado e exigindo menor grau de customização. Contudo, o ponto negativo é a falta de flexibilidade, já que etiquetas em posições variáveis poderiam não ser identificadas corretamente, além de não representar inovação significativa em relação ao processo atual, mantendo ainda a dependência de dois dispositivos distintos.

Outra ideia discutida foi a instalação de uma câmera presa a um fuso com motor de passo, de modo que ela se movimentasse até localizar a etiqueta e então permitisse a leitura pelo leitor de código. O benefício dessa abordagem seria uma maior cobertura de áreas, já que a câmera poderia varrer diferentes regiões do produto. No entanto, o ponto negativo está na complexidade mecânica adicional, aumentando custos de manutenção, riscos de falhas no eixo de movimentação e tempo de resposta mais lento da solução. Assim como a ideia anterior, também foi descartada por não trazer um avanço realmente inovador, além de manter a dependência de dois equipamentos distintos.

A ideia final, construída a partir da evolução no módulo de visão computacional, foi utilizar apenas uma câmera de visão computacional acoplada a um robô de 6 eixos. Essa solução se mostrou a mais robusta e inovadora, pois elimina a necessidade de um

leitor dedicado, já que a própria câmera será capaz de identificar a posição da etiqueta e decodificar as informações do código. Além disso, a utilização do robô de 6 eixos garante flexibilidade máxima, permitindo ajustes dinâmicos a diferentes modelos de produtos e posições das etiquetas. Essa abordagem reduz o tempo de setup, aumenta a autonomia do processo e elimina a dependência de ajustes manuais pelos operadores, consolidando-se como a melhor opção em termos de eficiência, inovação e alinhamento com as tendências da Indústria 4.0 (Cf. Figura 8.7).

Figura 8.7: Apresentação da fase de ideação

Fonte: Os Autores (2025).

2.3. PROTOTIPAGEM

A fase de prototipagem, ocorrida entre meados de outubro e 12 de novembro de 2025, exigiu uma adaptação significativa da equipe. Embora a solução idealizada envolvesse um robô de 6 eixos, restrições na aquisição de materiais essenciais, como o motor de passo e o fuso, inviabilizaram essa abordagem. O desafio foi, então, redesenhado para criar um protótipo estático (jig) que simulasse a função de leitura. A solução focou no desenvolvimento de um software em Python, utilizando Visão Computacional (OpenCV) para identificar e decodificar múltiplos códigos 1D (Barcode) e 2D (QR Code) em tempo real, usando uma webcam comum.

A construção do jig físico foi realizada com os recursos disponíveis no LRI. A equipe utilizou modelagem 3D (CAD) para projetar a estrutura. A montagem física consistiu apenas no corte e união de perfis de alumínio, criando um chassi leve. Nessa estrutura, suportes ajustáveis para as câmeras foram modelados e destinados à impressão 3D, permitindo o posicionamento adequado para os testes. A parte elétrica foi simplificada, focando nos componentes essenciais para a alimentação do protótipo, já que a ausência do robô eliminou a necessidade de um CLP.

O maior desafio técnico concentrou-se no software, gerenciado via GitHub. A instrução era clara: evitar sensores "plug and play" e desenvolver a lógica de leitura "do zero". A equipe testou múltiplas bibliotecas (como pyzbar e zxing-cpp) para otimizar a detecção, especialmente dos códigos de barras 1D (Code128) , que se mostraram mais difíceis de ler em impressões de baixa qualidade. Foram aplicadas técnicas de pré-processamento de imagem e *scaling* de resolução (aumentando a captura de 720p em 4x via software) para obter leituras rápidas e estáveis, culminando em uma aplicação funcional que atendeu aos requisitos do protótipo.

A primeira avaliação formal do protótipo funcional ocorreu em 12 de novembro de 2025. Para esta etapa, a equipe preparou uma apresentação e uma demonstração em vídeo do software. Os recursos utilizados para a avaliação foram o próprio protótipo (o jig de alumínio), uma webcam padrão e a aplicação em Python (gerenciada via GitHub), que utilizava OpenCV para o processamento de imagem. O objetivo desta avaliação era validar a capacidade do sistema em detectar e decodificar códigos 1D (Barcode) e 2D (QR Code) em tempo real (Cf. Figura 8.8).

Figura 8.8: Apresentação da fase de prototipagem

Fonte: Os Autores (2025).

O feedback recebido dos instrutores foi misto, mas crucial para o direcionamento do projeto. A principal dificuldade identificada foi o desempenho da leitura dos códigos 1D. Enquanto a funcionalidade de leitura de QR Code foi validada, o sistema apresentou

falhas e instabilidade na decodificação dos códigos de barras 1D. Essa avaliação foi essencial, pois a "solução" definida a partir desse feedback foi clara: direcionar todos os esforços da equipe para a etapa de refinamento, focando na otimização do software para garantir a leitura robusta e estável dos códigos 1D.

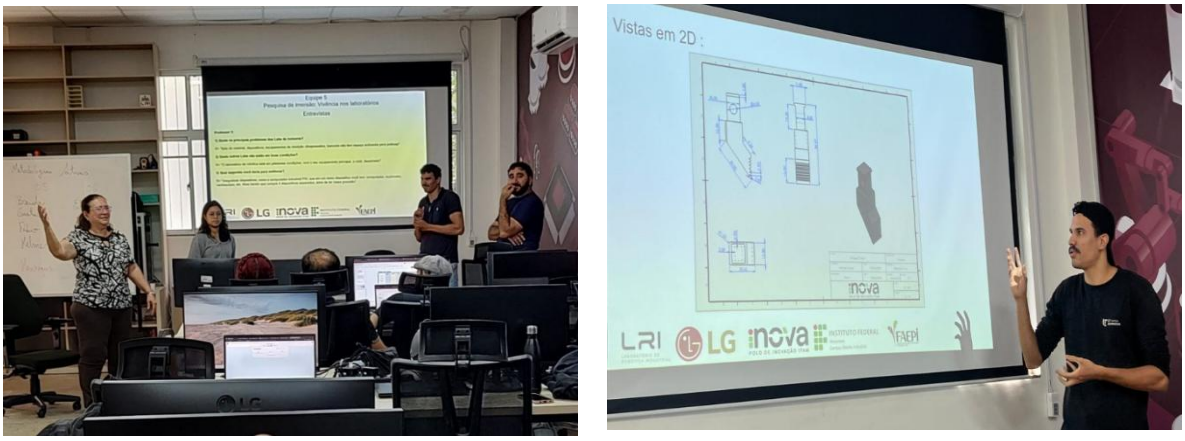
3. NOSSO PROCESSO FORMATIVO

3.1. COMO FOI O PROCESSO?

O processo formativo da equipe ocorreu em 2025, estruturado em módulos que conectaram fundamentos teóricos à prática laboratorial. Iniciou-se com a disciplina de "Múltiplas Competências", onde fomos introduzidos às metodologias ativas como *Design Thinking* e *Project-Based Learning*, aplicando-as imediatamente na resolução de problemas reais do ambiente escolar, como a organização de cabos em laboratórios. Na sequência, avançamos para a base técnica com "Introdução à Robótica Industrial" e "Manufatura Aditiva", onde tivemos o primeiro contato com a manipulação de braços robóticos e o desenvolvimento de peças em impressão 3D, como garras modulares.

A formação evoluiu para níveis de maior complexidade técnica. Na disciplina de "Inovações Tecnológicas", fomos desafiados a aplicar robótica avançada em um setor produtivo amazônico, desenvolvendo um projeto conceitual para a indústria de cosméticos. Aprofundamos nossos conhecimentos em "Programação Avançada em Robótica", focando em lógicas de controle e segurança, e finalizamos o ciclo com os módulos de "CLP", "IHM" e “PDI”. Nestas últimas etapas, integramos todo o conhecimento adquirido ao conectar sensores, inversores de frequência e interfaces homem-máquina, consolidando a capacidade de desenvolver sistemas de automação completos e funcionais (Cf. Figura 8.9).

Figura 8.9: Processo formativo



Fonte: Os Autores (2025).

3.2. O QUE FOI SIGNIFICATIVO?

Um dos aspectos mais significativos de todo o percurso foi a integração consistente entre a teoria e a prática industrial. Desde o início, a aplicação estruturada do Design Thinking nos ensinou a importância de projetar soluções centradas no usuário, validando hipóteses antes da execução. No âmbito técnico, a oportunidade de manipular equipamentos reais como robôs industriais de diferentes fabricantes e softwares de modelagem CAD foi transformadora, pois desmistificou a complexidade desses sistemas e permitiu a compreensão de suas particularidades operacionais.

Além disso, a contextualização dos projetos foi um diferencial marcante. A capacidade de aplicar conceitos de robótica avançada e sustentabilidade para propor soluções viáveis à realidade amazônica, como no projeto da fábrica de óleo corporal, trouxe um sentido de propósito e relevância regional ao aprendizado. Por fim, a realização de projetos integradores, como o Smart Tester e o controle de inversores via IHM, foi fundamental para desenvolver a autonomia da equipe, exigindo não apenas habilidade técnica, mas também organização e colaboração para transformar componentes isolados em sistemas funcionais e inteligentes (Cf. Figura 8.10).

Figura 8.10: “Mãos na massa”

Fonte: Os Autores (2025).

3.3. QUAIS FORAM OS DESAFIOS?

A equipe enfrentou desafios variados que exigiram resiliência e adaptação constante. Inicialmente, a familiarização com as metodologias ativas e softwares de modelagem 3D representou uma curva de aprendizado íngreme, exigindo esforço extra para alinhar o grupo aos novos conceitos. Na etapa de manufatura, lidamos com falhas de

impressão e fragilidade de materiais, o que nos ensinou a importância da precisão no design e na escolha de insumos.

No campo da robótica e automação, a falta de padronização entre as interfaces dos diferentes robôs e a complexidade na configuração de protocolos de comunicação industrial (como Ethernet e CC-Link) foram obstáculos técnicos significativos. Além disso, a gestão do tempo foi um desafio constante, especialmente nos momentos de prototipagem rápida, onde precisávamos entregar soluções funcionais em prazos curtos, como os três dias dedicados ao protótipo do *Smart Tester*. Superar essas barreiras por meio do trabalho colaborativo e da divisão eficiente de tarefas foi essencial para o amadurecimento profissional do time (Cf. Figura 8.11)

Figura 8.11: Aprender fazendo

Fonte: Os Autores (2025).

REFERÊNCIAS

[1] Ferreira, M., Moreira, A. P., & Neto, P. (2013). *A low-cost laser scanning solution for flexible robotic cells: spray coating*. arXiv preprint arXiv:1309.2089. Disponível em: https://arxiv.org/abs/1309.2089

[2] Huang, Y.-Y., Lai, J.-T., & Wu, H.-H. (2025). *Real-Time 3D Vision-Based Robotic Path Planning for Automated Adhesive Spraying on Lasted Uppers in Footwear Manufacturing*. Applied Sciences, 15(11), 6365. https://doi.org/10.3390/app15116365

CAPÍTULO

09 Sistema de inspeção visual para detecção de componentes ausentes em unidades condensadoras

Edinaldo Falcão da Silva Júnior[1], Jander Flan Fonseca Moraes[2], Roberto Peres Junior[3], Thaís Oliveira de Melo[4]

Este capítulo tem como propósito apresentar as experiências pessoais de cada integrante da equipe, revelando suas trajetórias, percepções e modos de compreender o processo formativo realizado no decorrer do Curso de Capacitação em Robótica Industrial. Ele está organizado em três partes complementares. A primeira reúne as autobiografias dos participantes, destacando a riqueza e a pluralidade de vivências que moldaram o grupo. A segunda parte aprofunda-se na jornada coletiva de implementar a metodologia aprendida junto com o desafio proposto. Na terceira parte, por fim, descrevendo os desafios enfrentados ao longo do curso avançado de Robótica Industrial.

1. CONHECENDO OS AUTORES

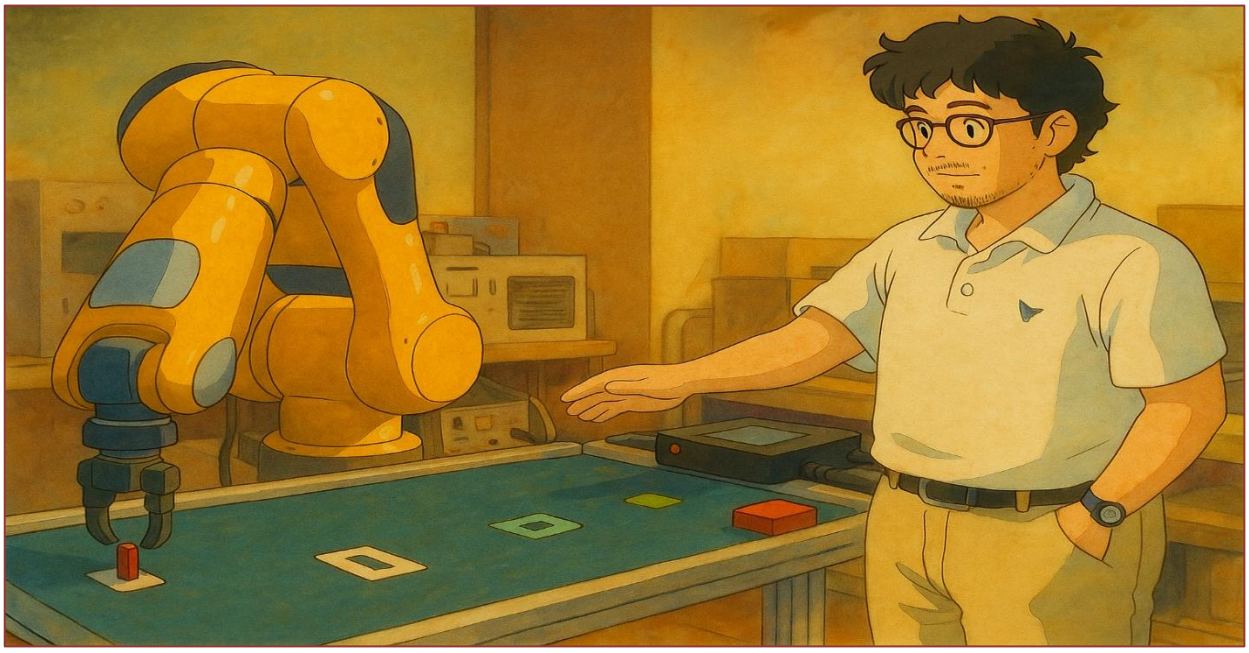
Roberto Peres Junior

Meu nome é Roberto Peres Junior, nascido em 13 de setembro de 2000, em São José dos Campos – SP. Quando eu tinha menos de um ano, minha família se mudou para Manaus – capital do estado do Amazonas. Em Manaus, foi onde cresci e sou considerado manauara. Uma curiosidade minha sobre nacionalidade é que possuo nacionalidade francesa, herdada do meu pai, que viveu alguns anos na França. Foi justamente por ele conseguir um emprego como engenheiro na Philips que viemos para Manaus. A partir daqui, quero contar um pouco da minha caminhada e das escolhas que me levaram até o curso de Robótica que faço hoje.

Minha primeira grande decisão aconteceu no terceiro ano do ensino médio. Na época, eu fazia um curso de desenvolvimento de software oferecido pela escola, mas logo percebi que não era o que eu queria. Decidi sair e procurar algo que me interessasse mais. Fui em busca de cursos no SENAI, e então influenciado pelo meu pai, que é engenheiro eletrônico, ele me aconselhou a fazer o curso de Técnico em Mecatrônica. Aceitei o desafio e, durante as aulas práticas e teóricas, descobri meu gosto pela automação e pela robótica. Lembro até hoje de um kit didático que usamos para automatizar processos, foi ali naquela experiência que tive a certeza de que essa era a área que eu queria seguir (Cf. Figura 9.1).

[1] Graduando em Engenharia de Controle e Automação. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: falcao.edinaldo02@gmail.com
[2] Graduando em Tecnólogo em Mecatrônica Industrial. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: janderflan09@gmail.com
[3] Graduando em Engenharia de Controle e Automação. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: rpj.peres015@gmail.com
[4] Graduando em Engenharia de Controle e Automação. Aluno do Curso de Robótica Industrial. E-mail: thaismello3467@gmail.com

Figura 9.1: Minha conexão com a robótica



Fonte: Roberto Peres Junior (2025) gerada com o auxílio do ChatGPT.

Depois do ensino médio, ingressei em Tecnologia em Eletrônica Industrial no IFAM – CMDI, por meio do ENEM. No entanto, não me identifiquei com o curso e, após dois anos, decidi mudar para Engenharia de Controle e Automação, onde realmente encontrei minha vocação. Mais recentemente, surgiu a oportunidade de participar de um curso de Robótica no IFAM, patrocinado pela LG. Não pensei duas vezes e me inscrevi, sendo selecionado. Hoje, vivendo essa experiência, tenho a certeza de que cada escolha feita até aqui foi importante e me trouxe até esse momento, onde percebo que estou no caminho que realmente quero.

Edinaldo Falcão da Silva Júnior

Minha história tem início no Nordeste, em Recife, terra da folia, do frevo e da energia que contagia a todos. De lá, parti em direção ao Norte, para a imensidão da Amazônia em Manaus, onde fui recebido pela beleza de seus rios e pelo encontro com culturas tão diversas. A adaptação, no entanto, não foi simples. O constante movimento, as mudanças de lugar, fizeram com que eu tivesse dificuldade em criar raízes em um espaço físico. Mas não nas pessoas. Nas relações encontrei porto seguro, e foi justamente isso que me despertou o desejo de continuar em movimento, de querer mais, conhecer mais, ir além (Cf. Figura 9.2).

Figura 9.2: Meu mundo

Fonte: Edinaldo Falcão (2025).

No ensino médio tive as primeiras experiências que alimentaram esse desejo: competições de robótica que me abriram horizontes, e uma viagem que me mostrou como é transformador enxergar o mundo de outra perspectiva. Logo depois, escolhi cursar Física, pois sempre me encantei com a beleza das exatas, com a grandiosidade do universo e a possibilidade de compreender cada fenômeno que se desenrola diante de nós. Mas, apesar do fascínio, algo ainda me faltava. Eu queria mais que compreender: queria construir, criar, dar forma a ideias que pudessem transformar o mundo ao meu redor. Ainda que fosse algo pequeno, para mim já seria imenso.

A mudança para a Engenharia trouxe consigo desafios. As bases em Matemática e Física foram minhas grandes aliadas, mas por não ter vindo de um curso técnico, sofri ao tentar decifrar a complexidade dos circuitos elétricos e eletrônicos. Ainda assim, quanto mais eu avançava, mais percebia a beleza escondida em cada mecanismo, em cada ferramenta, em cada invenção. Fascinava-me ver como, desde algo simples como um telefone discado, até um robô com inteligência artificial capaz de auxiliar decisões inimagináveis, a criatividade humana toma forma. O mesmo fascínio me acompanha ao olhar para o céu e contemplar o esforço humano em explorar os mistérios do universo por meio de missões espaciais.

Um sonho que carrego é, quem sabe um dia, poder contribuir com aquilo que o mundo busca incessantemente: o próximo passo. Tenho planos, é verdade, mas a vida sempre nos reserva surpresas, e talvez tudo mude — as pessoas ao meu redor, os caminhos, mas sobretudo eu mesmo. Como já disse Rita Von Hunty: “Quem eu sou acho que me estaciona, quem eu posso ser me mantém em movimento.” Muitas vezes me pego

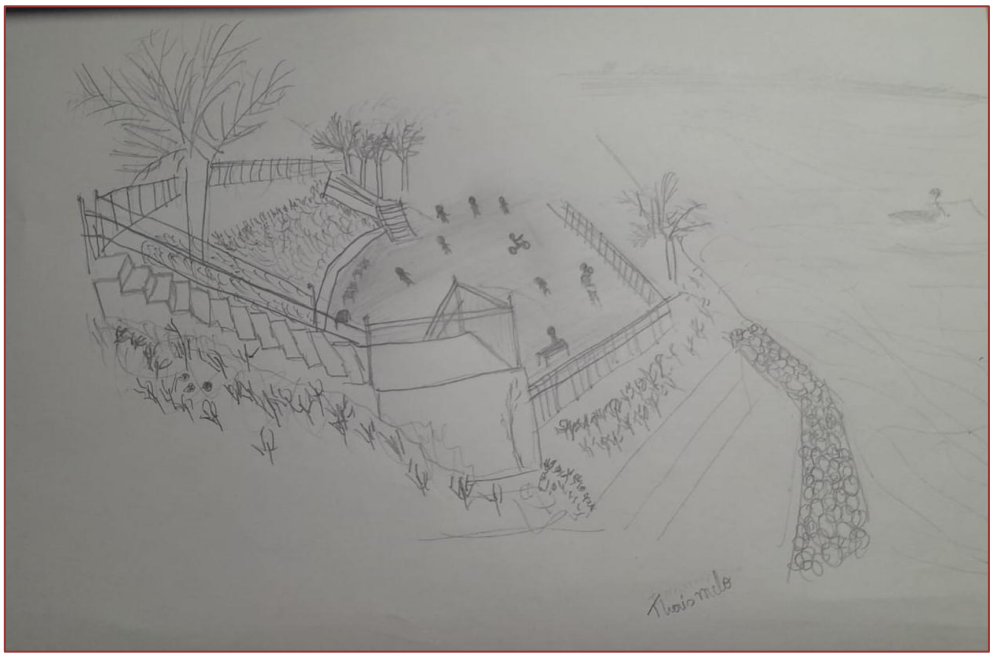
pensando em quem sou de fato, mas percebo que minhas experiências, conversas e vivências me moldam continuamente, sem que haja uma definição exata ou final. O que espero é seguir crescendo, descobrindo o mundo nas próximas aventuras.

Até aqui, a robótica tem sido uma presença constante — não apenas em cursos, palestras e diálogos sobre o que a humanidade tem criado a cada dia, mas também nas inspirações que chegam através das artes e da ficção. Filmes como *Operação Big Hero*, *Interestelar*, ou séries como *She-Ra: Princesas do poder*, com personagens que exploram a tecnologia de formas fantásticas, despertaram em mim esse fascínio. Tudo isso me move, me instiga e me alimenta de curiosidade. E ainda assim, fica sempre a pergunta: quem sabe o que pode vir?

Thais Oliveira de Melo

Meu nome é Thais Oliveira de Melo, desde criança sempre gostei de desmontar todo tipo de brinquedo e objeto para entender como funcionava mesmo que não soubesse montar de volta. Nasci no interior do Amazonas em uma cidade chamada Itacoatiara que em Tupi-Guarani significa “Pedra Pintada”. Uma das minhas lembranças favoritas da infância é a ir com a minha família na praça da cidade e o meu pai pagar para eu andar em uma das motinhas elétricas que eram alugadas e de ficar muito impressionada em como funcionava e como ela fazia mágica para se movimentar, tocando ao fundo “O Sol e a Lua” do Pequeno Cidadão (Cf. Figura 9.3).

Figura 9.3: *Pure Imagination*



Fonte: Thaís Melo (2025).

Quando minha família decidiu fazer a mudança para Manaus em busca de uma qualidade de vida melhor, fiquei muito impressionada com a grande quantidade de coisas diferentes, como a grande quantidade de carros, ônibus e a quantidade de luzes na cidade, me senti como o João de Santo Cristo da música Faroeste Caboclo no momento que ele chega a Brasília, Manaus no meu caso, com a minha mãe, pensando sobre como seria essa nova vida e se um dia voltaria para Itacoatiara.

Minha história na área da engenharia começou quando eu e um amigo prometemos fazer faculdade de Engenharia Mecatrônica quando tínhamos 11 anos, infelizmente perdemos o contato ao longo dos anos, mas segui com a promessa. Quando surgiu a oportunidade de fazer uma faculdade de engenharia aquela promessa foi uma das primeiras coisas que me recordei no dia da matrícula graças a um aperto de mão na biblioteca da escola ouvido Aquarela do Toquinho que me encontro aqui hoje.

Quando a vida acadêmica começou foi uma grande loucura, muito trabalho, nova dinâmica, novos professores, descobri que a vida acadêmica não é como nos filmes, mas foi e está sendo uma das experiências mais gratificantes da minha vida. Espero que daqui para frente essas novas experiências se tornem grandes momentos e boas lembranças.

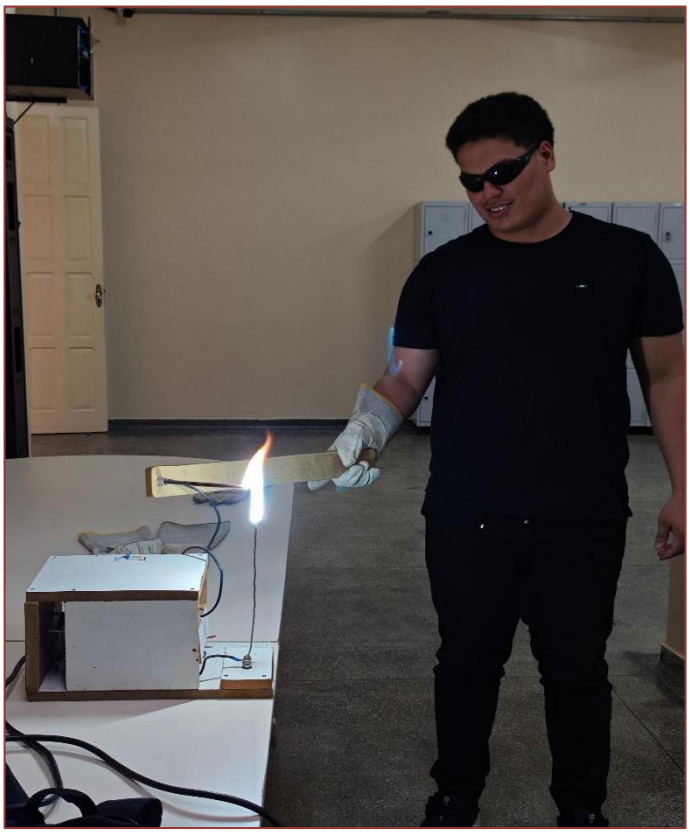
Jander Flan Fonseca Moraes

Numa noite chuvosa, no dia 3 de novembro de 2004, viria ao mundo o fruto de uma vontade divina (e de meus pais), Jander Flan Fonseca Moraes — este que escreve estas linhas. Desde o princípio, fui uma criança muito curiosa, fascinada por perguntar sobre tudo aquilo que não era capaz de compreender ao primeiro olhar. Essa curiosidade, somada aos esforços dos meus pais e a uma paixão quase à primeira vista pela beleza das exatas, me guiou a buscar cada vez mais a área de tecnologia e engenharia.

Foi nessa busca que, ainda no ensino médio em 2022, surgiu a primeira oportunidade de participar de um projeto de pesquisa, na área de Sociologia, o qual foi importante para conhecer este vasto mundo de pesquisa. Após o término do ensino médio, eu estava determinado a dar continuidade às curiosidades daquela pequena criança.

Assim, no ano de 2023 ingressei no curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial no IFAM. Atualmente, estou na etapa final do curso e afirmo dizer que o mesmo foi um divisor de águas na minha vida, tanto pelo lado profissional quanto no pessoal. Entretanto, ainda habitava em mim uma outra paixão que estava adormecida: a eletricidade. Portanto, a fim de satisfazer esse anseio, busquei o Curso Técnico em Eletrotécnica pelo CETAM, que realizo em conjunto com a graduação e que me mostrou ainda mais que este é o caminho que quero e devo seguir para o futuro (Cf. Figura 9.4).

Figura 9.4: Eu



Fonte: Jander Flan (2025).

Ao estar envolvido nessas instituições, estudando temas cada vez mais complexos e desafiadores, ainda sentia que algo estava faltando. E foi esse "algo" que encontrei no curso de Robótica Industrial no LRI, este curso me permitiu — e ainda permite — realizar coisas que jamais me imaginei capaz de fazer. O contato com os braços robóticos, muito utilizados na indústria, é a materialização dos sonhos de uma criança fascinada por tecnologia, a quantidade de ações possíveis através dos manipuladores são quase que não finitas, é como dar asas à imaginação de uma pessoa que não para de pensar. Contudo, hoje me encontro inserido no lugar a que sempre pertenci, mas com uma certeza: isso é apenas o início, e o caminho é sempre em frente.

2. NOSSO DESAFIO

O nosso desafio teve como objetivo a inspeção e verificação de unidades condensadoras de equipamentos de refrigeração, especificamente com o foco na verificação de itens como parafusos, rótulos, decalques entre outros possíveis problemas relacionados.

2..1 IMERSÃO

Nessa etapa, desenvolvemos atividades que nos permitiram mergulhar a fundo no desafio proposto. O projeto envolve o processo de montagem das unidades condensadoras de equipamentos de refrigeração produzidos na planta de Manaus, com

foco específico na inspeção de falhas que ocorre antes da etapa de embalagem do produto — um processo realizado de forma totalmente manual. Nessa fase, um inspetor de qualidade realiza a verificação de itens como parafusos, decalques, rótulos de identificação do aparelho, entre outros possíveis defeitos no produto.

Todo esse processo implica em um elevado desgaste físico, o que pode gerar problemas de saúde e queda de rendimento do colaborador, além de impactar negativamente a qualidade do processo produtivo. Diante disso, foram aplicadas ferramentas específicas para a compreensão mais profunda do problema apresentado, dentro do escopo do *Design Thinking*. Primeiramente, conduzimos uma etapa exploratória, por meio de pesquisas e das informações fornecidas pela empresa. Em seguida, realizamos uma fase mais aprofundada, com entrevistas junto a funcionários — técnicos e supervisores — e uma visita técnica à planta industrial.

Durante o período de desenvolvimento, ocorreram reuniões entre os integrantes da equipe, bem como com os coordenadores e orientadores do projeto, a fim de alinhar as estratégias e direcionamentos a serem adotados. Além disso, enfrentamos desafios como alterações no escopo do problema ao longo do processo e a necessidade de compreender, durante os módulos, de que forma cada ferramenta poderia ser utilizada da melhor maneira por cada membro da equipe, buscando integrar as contribuições individuais de forma mais eficiente e satisfatória ao trabalho coletivo (Cf; Figura 9.5).

Figura 9.5: Apresentação da Imersão realizada pela equipe

Fonte: Os Autores (2025).

2.2. IDEAÇÃO

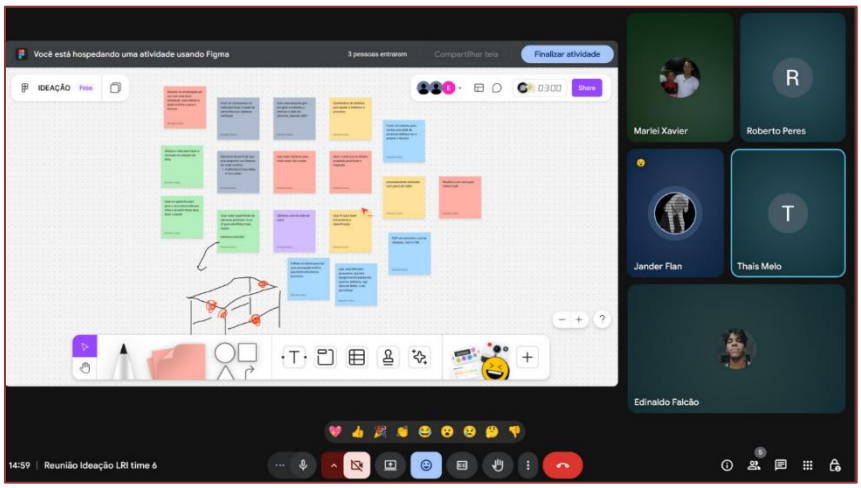
Durante a etapa de ideação, a equipe realizou diversas reuniões a fim de compreender quais tecnologias estão sendo utilizadas no mercado atual para solucionar problemas que estão no mesmo escopo que o nosso desafio.

Durante esse período, realizamos também o processo de *brainstorm*, que consiste basicamente em uma roda de conversa em que toda ideia é considerada válida, por mais fora de escopo que a mesma possa parecer, durante esse processo foram consideradas algumas ideias, das quais foram filtradas de forma mais rigorosa logo a frente.

Durante o processo de filtro das ideias que mais atenderiam ao nosso desafio, utilizamos a tecnologia de matriz de decisão de ideias, a qual resultou na escolha da proposta que, em nossa visão, resolveria de forma mais satisfatória a problemática proposta pela empresa para o nosso desafio.

Um dos critérios que dificultou o processo de decisão da ideia final foi o fator de custo de implementação, pois, por se tratar de uma planta já existe, torna-se muito complicado realizar alterações na linha sem que seja necessário a parada da mesma, por conta disso, nossa proposta de solução consiste em um túnel de câmeras, que seria montado sobre a linha, de modo a observar os 4 lados da unidade condensadora ao mesmo tempo, permitindo uma inspeção visual mais rápida, que não seja desgastante ao inspetor de qualidade, e que reduza drasticamente os erros causados por falha humana (Cf. Figura 9.6).

Figura 9.6 - Reunião via *Google Meet* para o Processo de Ideação

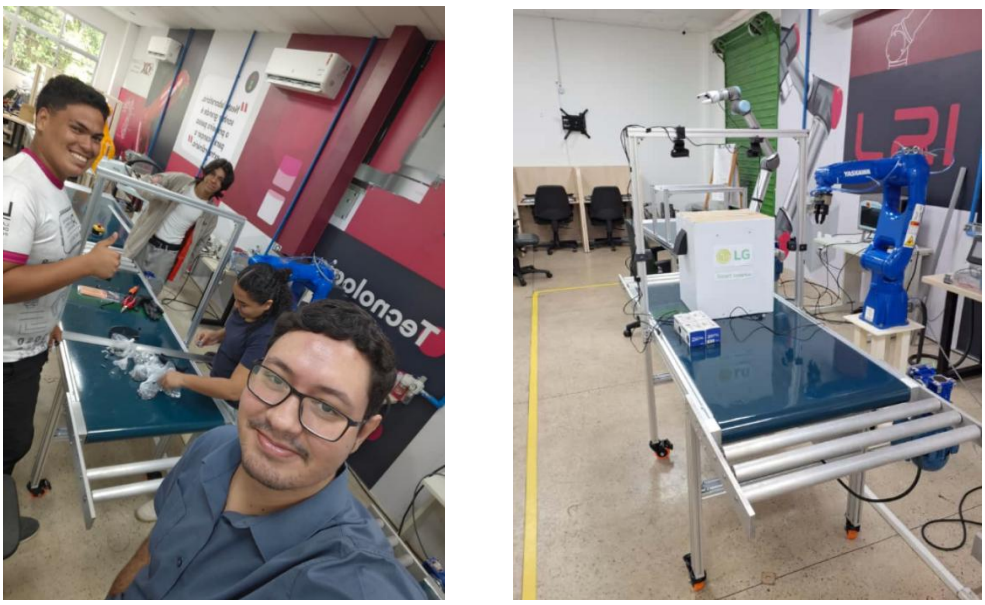


Fonte: Os Autores (2025).

2.3. PROTOTIPAGEM

Na etapa de prototipação, buscamos transformar a solução conceitual em uma estrutura física e funcional capaz de representar o sistema de inspeção automatizada. Para isso, utilizamos perfis de aço, que foram medidos, marcados e cortados manualmente para formar a base de sustentação do equipamento. Além disso, utilizamos uma caixa de papelão para servir como uma simulação de caixa condensadora para a validação do processo de inspeção (Cf. Figura 9.7).

Figura 9.7: Processo de prototipação realizada pela equipe



Fonte: Os autores (2025).

Para complementar a estrutura metálica, utilizamos impressão 3D na fabricação de suportes personalizados, encaixes e peças auxiliares, permitindo uma montagem mais precisa e adaptada ao projeto. A impressão 3D possibilitou criar elementos leves, robustos e sob medida, especialmente para o posicionamento das câmeras e para o acoplamento dos cabos. Nessa fase, também realizamos a integração dos módulos de câmeras, essenciais para a etapa de visão computacional, garantindo que ficassem firmes, alinhadas e com boa área de captura para a análise de falhas.

Durante o processo de montagem, passamos por ajustes constantes na fixação das peças e no alinhamento da estrutura, principalmente para garantir estabilidade e ângulo adequado para captura de imagens. A prototipação demandou testes práticos com diferentes alturas e distâncias das câmeras, além da verificação da resistência dos suportes impressos em 3D. Esse período foi essencial para validar a viabilidade física da solução, identificar pontos de melhoria e assegurar que o protótipo final atendesse às necessidades do processo real de inspeção antes da fase de implementação completa (Cf. Figura 9.8).

Figura 8: Apresentação da fase de prototipação pela equipe

Fonte: Os autores (2025).

3. NOSSO PROCESSO FORMATIVO

3.1 COMO FOI O PROCESSO?

O desenvolvimento dos módulos ocorreu de forma contínua e integrada, combinando teoria e prática para que os alunos pudessem compreender profundamente o problema proposto. Ao longo dos módulos, estudamos conteúdos como observação técnica, análise de processos e metodologias de solução de problemas. Os professores conduziram dinâmicas que incluíram atividades em grupo, exercícios práticos e apresentações parciais, garantindo que cada etapa fosse compreendida antes de avançar para a seguinte.

As disciplinas tiveram como objetivo principal capacitar os estudantes a identificarem problemas reais, estruturar informações relevantes e propor soluções viáveis dentro do contexto industrial. Para isso, foram utilizados recursos como vídeos, apresentações, softwares, pesquisas e visitas técnicas. O período de realização do curso permitiu explorar diferentes ferramentas e aprofundar o entendimento do fluxo produtivo analisado. A equipe se envolveu ativamente nas atividades, buscando sempre relacionar a teoria com a prática observada.

Como parte da metodologia, os professores incentivaram a participação coletiva e o diálogo constante entre os membros, o que facilitou a troca de ideias e fortaleceu a construção colaborativa do projeto. As reuniões internas também foram essenciais para alinhar estratégias e ajustar o planejamento, garantindo o desenvolvimento adequado de cada etapa. Dessa forma, o processo foi marcado por uma aprendizagem progressiva, fundamentada em experiências reais e orientada para a aplicação prática do conhecimento (Cf. Figura 9.9).

Figura 9 - Maquete do estacionamento do CMDI - módulo Múltiplas Competências e *Hands On*

Fonte: Os autores (2025).

3.2. O QUE FOI SIGNIFICATIVO?

Os aspectos mais significativos das disciplinas foi a oportunidade de trabalhar com robôs, o que tornou a aprendizagem muito mais dinâmica e aplicada. Compreender o fluxo de inspeção, conversar com professores experientes na área e realizar observações para que a equipe enxergasse na prática como teorias e metodologias são utilizadas para resolver desafios concretos. Isso ampliou a visão sobre o papel da robótica na melhoria de processos produtivos (Cf. Figura 9.10)

Figura 10 - Desafio do robô Epson Scara do módulo Introdução à Robótica Industrial

Fonte: Os autores (2025).

Outro ponto relevante foi o uso do *Design Thinking* como ferramenta estruturante. A etapa de Imersão, por exemplo, permitiu analisar o problema com profundidade, já a Ideação incentivou a criatividade e o pensamento crítico para geração de alternativas, enquanto a Prototipagem aproximou a teoria da realidade, exigindo decisões técnicas e estratégicas. Esse conjunto de atividades fortaleceu a capacidade de resolver problemas de forma organizada, criativa e baseada em dados (Cf. Figura 9.11).

Figura 11 - Apresentação do projeto da garra robótica do módulo de Manufatura Aditiva

Fonte: Os autores (2025).

Além disso, a integração do trabalho em equipe foi extremamente significativa. Cada membro contribuiu com habilidades diferentes, e a colaboração foi essencial para

superar dificuldades ao longo do curso e sintetizar informações. Essa experiência reforçou competências como comunicação, liderança, organização e divisão de tarefas. Em relação à robótica e à automação, ficou evidente como processos industriais dependem de inspeção eficiente e como soluções tecnológicas podem apoiar o trabalho humano, tornando-o mais seguro e preciso (Cf. Figura 9.12).

Figura 12 - Trabalho em equipe sobre tipos de garras robóticas

Fonte: Os autores (2025).

3.3. QUAIS FORAM OS DESAFIOS?

Entre os principais desafios enfrentados durante os módulos, destacou-se a necessidade de compreender rapidamente o fluxo produtivo da empresa e traduzir essas informações em requisitos claros para o projeto. O volume de dados coletados nas entrevistas e na visita técnica exigiu que a equipe desenvolvesse estratégias de organização, filtragem e análise, o que demandou tempo e comunicação eficiente. A mudança de escopo ao longo do processo também exigiu flexibilidade e capacidade de adaptação.

Outro desafio importante foi conciliar as diferentes perspectivas dos membros da equipe, garantindo que todas as contribuições fossem integradas em um produto final coerente. Em vários momentos foi necessário revisar decisões, distribuir tarefas e ajustar o cronograma. Apesar disso, a colaboração e o apoio do professor foram fundamentais para manter o grupo alinhado. A utilização de ferramentas de pesquisa e metodologias estruturadas ajudou a reduzir a complexidade das análises.

Por fim, o processo de transformar ideias em uma proposta concreta exigiu dedicação e comprometimento. Elaborar o protótipo, revisar as etapas e preparar o material final foram atividades que demandaram senso crítico e atenção aos detalhes. Ainda assim, esses desafios contribuíram positivamente para o aprendizado da equipe,

fortalecendo habilidades essenciais para projetos futuros e consolidando a importância da metodologia aplicada (Cf. Figura 9.13).

Figura 13 - Demonstração da Interface do Módulo de IHM

Fonte: Os autores (2025).

REFERÊNCIAS

[1] GOMES, Luiz Carlos. **Métodos de Inspeção Visual para Sistemas Industriais**. São Paulo: Érica, 2019.

[2] GROOVER, Mikell. **Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing**. 5. ed. Hoboken: Pearson, 2020.

[3] BROWN, Tim. **Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias.** Rio de Janeiro: Alta Books, 2020.

[4] FRADEN, Jacob. **Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications**. 5. ed. Cham: Springer, 2016.

[5] KOSMOWSKI, Tomasz. **Manual de Engenharia de Confiabilidade e Manutenção**. Porto Alegre: Bookman, 2018.

CAPÍTULO

10 Desafios da robótica na Amazônia

Vitor Bremgartner da Frota[1], Anderson Gadelha Fontoura[2]

Os desafios da robótica na Amazônia envolvem questões estruturais, humanas e econômicas que dificultam sua implementação em larga escala. A precariedade da infraestrutura básica, como energia elétrica e conectividade, especialmente em áreas remotas, limita a instalação e operação de sistemas robóticos. Além disso, as extensas distâncias e as dificuldades de transporte impõem barreiras logísticas significativas para o deslocamento de equipamentos e equipes técnicas, aumentando os custos e o tempo de manutenção.

Outro obstáculo é a escassez de profissionais qualificados para atuar no desenvolvimento, operação e manutenção de tecnologias robóticas. É essencial investir na formação desde os níveis iniciais da educação, promovendo a inclusão e o acesso ao conhecimento tecnológico como forma de valorização e empoderamento social. A robótica deve ser compreendida não apenas como uma área técnica, mas também como instrumento de transformação social e educativa, capaz de despertar vocações e gerar oportunidades em comunidades locais.

Além disso, o alto custo de implantação e manutenção de sistemas robóticos, somado à necessidade de adaptar as tecnologias às condições ambientais específicas da Amazônia — como umidade, calor e isolamento —, reforça a importância de incentivar pesquisas voltadas a soluções sustentáveis e acessíveis. Projetos de robótica na região devem priorizar a sustentabilidade e o atendimento às demandas locais, contribuindo, por exemplo, para o monitoramento ambiental, o combate ao desmatamento e o apoio a comunidades que enfrentam desafios como o acesso à água potável e à energia limpa.

Apesar desses obstáculos, a robótica oferece amplas possibilidades de aplicação em benefício da floresta e das comunidades amazônicas. Drones equipados com sensores e câmeras vêm sendo empregados no monitoramento ambiental, permitindo mapear áreas desmatadas, detectar queimadas e proteger a biodiversidade. Iniciativas como o uso do robô Yumi, movido a energia solar e voltado ao reflorestamento automatizado, demonstram como a tecnologia pode ser aliada da sustentabilidade. Projetos educacionais e desafios tecnológicos também estão levando a robótica para escolas do interior, promovendo o engajamento de estudantes ribeirinhos e indígenas em soluções inovadoras para os problemas ambientais da região.

No campo científico e social, os robôs têm potencial para auxiliar na coleta de dados em áreas de difícil acesso e no apoio às comunidades locais, atuando em atividades como transporte de suprimentos, telemedicina e monitoramento remoto. Assim, mesmo diante das limitações impostas pela infraestrutura e pelo ambiente, a robótica na

[1] Doutor em Informática. Orientador de alunos do Curso Capacitação Avançada em Robótica Industrial. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFAM. E-mail: *vitorbref@ifam.edu.br*
[2] Mestre em Ciência da Computação. Orientador de alunos. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM). E-mail: *anderson.fontoura@ifam.edu.br*

Amazônia desponta como uma ferramenta estratégica para integrar tecnologia, sustentabilidade e inclusão social, impulsionando um modelo de desenvolvimento mais equilibrado e adaptado às necessidades da região.

Na região Amazônica e particularmente no estado do Amazonas, Brasil, a adoção estratégica da Robótica Industrial ganha contornos peculiares. Sediado no Polo Industrial de Manaus, o ecossistema local depende de mão de obra qualificada para operar células robotizadas que dinamizam a cadeia produtiva regional. Por outro lado, nos níveis técnico e superior, pesquisas recentes demonstram que a combinação de PBL e DT em cursos de Robótica Industrial eleva tanto o domínio de hard skills — programação de braços, visão computacional, controle sensorial — quanto o desenvolvimento de soft skills, tais como comunicação, empatia e resolução criativa de problemas.

Experimentos conduzidos em parceria universidade-indústria mostraram que estudantes submetidos a projetos orientados por DT obtiveram desempenho estatisticamente superior em testes práticos de comissionamento de robôs, além de maior capacidade de prototipagem de soluções inovadoras. Explorando essa sinergia metodológica, um curso intensivo ofertado no Amazonas comprovou o incremento na autoconfiança dos participantes e na retenção do conteúdo ao longo de ciclos iterativos de ideação, prototipagem e feedback. Esses resultados convergem com a literatura sobre Robótica Industrial em storytelling multimodal, que reforça a necessidade de atividades centradas no aluno e apoiadas por artefatos tangíveis e narrativas significativas.

Outro pilar determinante para o sucesso desses programas é a tutoria (podendo ser chamada, neste capítulo, de mentoria ou orientação de alunos), sendo exercida por docentes, pesquisadores e profissionais da indústria. Modelos de intervenção que conectam professores-mentores a times de estudantes durante todo o ciclo de PBL revelam aumento de interesse dos alunos nesta abordagem e aumento na conclusão de protótipos funcionais e melhoria expressiva na qualidade dos relatórios técnicos. Trabalhos recentes corroboram que a orientação próxima do tutor estimula o pensamento computacional, reforçando práticas metacognitivas enquanto os alunos constroem artefatos maker. Além do acompanhamento técnico, a tutoria viabiliza feedback socioemocional, crucial para motivar jovens de contextos socioeconômicos desafiadores, como muitos encontrados na Região Norte brasileira. Do contexto universitário, as metodologias aplicadas na academia, para a facilitação do conhecimento nos cursos de graduação, são aderentes aos ambientes dessas instituições de ensino e atendem os projetos desenvolvidos para entendimento dos conteúdos e práticas previstas na matriz curricular dos cursos. Não obstante, é necessário entender que os avanços tecnológicos são desvinculados de metodologias de aprendizado e processos de ensino-aprendizagem, mas estão diretamente ligados às necessidades de atendimentos aos gargalos dos processos industriais e à competitividade entre as empresas. Desta forma, a evolução constante da indústria faz aderência aos avanços de tecnologias de ponta para otimizar processos industriais e oportunizar ganhos reais às empresas do Polo Industrial de Manaus (PIM). Ressalta-se que estes ganhos causam impacto direto na competitividade entre as empresas alocadas nele.

Apesar desses avanços, desafios persistem. Um dos gargalos encontrados na academia, quanto à aderência de novas tecnologias de processos industriais, é a disponibilidade de recursos financeiros e humanos para adequação dos laboratórios, com equipamentos avançados e de alto valor agregado, além da capacitação técnica adequada. A metodologia de ensino e aprendizagem utilizada no projeto de Capacitação Avançada de Robótica Industrial e a sua versão 2.0, ofertadas pelo Polo de Inovação do Instituto

Federal do Amazonas (INOVA/IFAM) e em parceria com a LG Electronics do Brasil, tem como problemática a dificuldade da indústria em recrutar mão de obra qualificada na utilização das tecnologias emergentes presentes nas indústrias do PIM. O déficit quanto à realidade das experiências e às necessidades de hard skills para a atuação destes profissionais nas linhas de produção ou na gestão dos processos produtivos, por vezes, não reflete as especificidades aplicadas às práticas de ensino-aprendizado das universidades ou em cursos técnicos.

Diante disso, este curso de Formação Inicial e Continuada (FIC), chamado de Capacitação Avançada em Robótica Industrial, em suas versões 1.0 e 2.0, apresenta uma estratégia para suprir essa carência, conforme mostrado nos capítulos anteriores, integrando Robótica Industrial, PBL, Design Thinking e o processo de tutoria estruturada, sendo tal curso ofertado em Manaus, Amazonas. O Capítulo XI a seguir apresenta os desafios técnicos e acadêmicos que ocorreram dentro do projeto.

REFERÊNCIAS

[1] ALMULLA, M. A. (2020). The Effectiveness of the Project-Based Learning (PBL) Approach as a Way to Engage Students in Learning. SAGE Open, 10(3). https://doi.org/10.1177/2158244020938702 (Original work published 2020), 2020.

[2] AMAZONAS. Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Robótica educacional e educação tecnológica na Amazônia. [S. l.]: UGPE, 15 abr. 2025. Disponível em: https://www.ugpe.am.gov.br/governo-do-amazonas-vai-implantar-programa-de-robotica-nas-escolas-de-comunidades-ribeirinhas-e-indigenas/. Acesso em: 28 out. 2025.

[3] BREMGARTNER, V.; NASCIMENTO, J. F. de L.; QUEIROZ NETO, J. P. de; RODRIGUES, M.; FONTOURA, A. G.; NASCIMENTO, C.; CARVALHO, D.; GOUVEA, N. Uma estratégia de tutoria em Capacitação Avançada em Robótica Industrial pela metodologia hands-on e Aprendizagem Baseada em Projetos. Caderno Pedagógico, [S. l.], v. 22, n. 12, p. e21206, 2025. DOI: 10.54033/cadpedv22n12-348. Disponível em: https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/21206. Acesso em: 6 nov. 2025.

[4] BREMGARTNER, V. et al. WIP: Educational robotics through interdisciplinary project-based learning in the training of teachers and students in professional and technological education. In: IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2024. Proceedings… IEEE, 2024. p. 1–8.

[5] BREMGARTNER, V.; FERNANDES, P.; SOUSA, J.; SOUZA, J. C. Aprendizagem baseada em projetos aplicada a cursos de formação inicial e continuada em Cultura Maker. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 1943–1957, 2022. DOI: 10.21723/riaee.v17i3.16409

[6] BREMGARTNER, V.; NATIVIDADE, J.; ROCHA, J. (org.). Capacitação avançada em robótica industrial: pessoas, metodologias e desafios. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2024. ISBN 978-65-5866-383-6. DOI: https://doi.org/10.36229/978-65-5866-383-6.

[7] BRENNER, W., UEBERNICKEL, F. Design Thinking for Innovation: Research and Practice. Springer Cham. p. 219, ISBN 978-3-319-26098-3, 2016.

[8] CARVALHO, E. H. L. de. Tecnologias disruptivas e inovação: levando a robótica para a Amazônia. *In:* Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, v. 35, n. 1, p. 1–8, 2024. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/ideia/article/download/36289/36076/. Acesso em: 28 out. 2025

[9] CHENG, Y. W., SUN, P. C., & CHEN, N. S. The essential applications of educational robot: Requirement analysis from the perspectives of experts, researchers and instructors. Computers & Education, 126, 399-416, 2018.

[10] CHIANG, Y. H. V., CHENG, Y. W., & CHEN, N. S. Improving language learning activity design through identifying learning difficulties in a platform using educational robots and IoT-based tangible objects. Educational Technology & Society, 26(3), 84-100, 2023.

[11] DE LA TORRE-NECHES, B., RUBIA-AVI, M., APARICIO-HERGUEDAS, J.L. et al. Project-based learning: an analysis of cooperation and evaluation as the axes of its dynamic. Humanit Soc Sci Commun 7, 167, 2020. https://doi.org/10.1057/s41599-020-00663-z.

[12] LEI, M., CLEMENTE, I. M., & HU, Y. Student in the shell: The robotic body and student engagement. Computers & Education, 130, 59-80, 2019.

[13] LIANG, J. C., & HWANG, G. J. A robot-based digital storytelling approach to enhancing EFL learners' multimodal storytelling ability and narrative engagement. Computers & Education, 201, 104827, 2023.

[14] MACIEL, Nelson Renato Alfaia; CORDEIRO, Leonardo Zenha. A robótica como meio de ensino na Amazônia ribeirinha. *Revista FT*, v. 29, n. 141, p. 67-?, dez. 2024. Disponível em: https://revistaft.com.br/a-robotica-como-meio-de-ensino-na-amazonia-ribeirinha/. Acesso em: 28 out. 2025.

[15] MARINHO, D. de S. Robot solution: Um kit para o estímulo de competências do pensamento computacional. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino Tecnológico) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM).

[16] PANKE, S. Design Thinking in Education: Perspectives, Opportunities and Challenges. Open Education Studies, vol. 1, no. 1, pp. 281-306, 2019. https://doi.org/10.1515/edu-2019-0022

[17] QUEIROZ-NETO, J. P.; GOUVEA, N. A.; SOUSA, J. M. de; PEREIRA, M. S. Advanced training in industrial robotics using project-based learning and design thinking in a partnership between the university and industry. In: IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2023. Proceedings… IEEE, 2023. p. 1–8. DOI: 10.1109/FIE58773.2023.10342896.

[18] QUEIROZ-NETO, J. P.; FARIAS, M. S. F. de; CHAGAS, E. L. T. Project Based Learning e Design Thinking em um projeto de intercâmbio. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 16, n. 3, p. 1791–1806, 2021. DOI: 10.21723/riaee.v16i3.14557.

[19] QUEIROZ-NETO, J. P.; RODRIGUES, M. A. S.; PEREIRA, M. S.; GOUVEA, N. A. Integrating Project-Based Learning and Design Thinking: An innovative approach to enhancing hard and soft skills in industrial robotics education. In: IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2024. Proceedings… IEEE, 2024. p. 1–8.

[20] SETOR DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (SECTET). Final do 1º Desafio Amazônico de Robótica será realizada em Belém. Belém, 20 jun. 2025. Disponível em: https://www.sectet.pa.gov.br/not%C3%ADcias/final-do-1%C2%BA-desafio-amaz%C3%B4nico-de-rob%C3%B3tica-ser%C3%A1-realizada-em-bel%C3%A9m-com-projetos-sobre. Acesso em: 28 out. 2025.

[21] SOUSA, J.; QUEIROZ NETO, J. P.; LACERDA JUNIOR, J. C. (org.). Capacitação avançada em robótica industrial: ferramentas acadêmicas para soluções industriais. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2024. 1 recurso online (PDF). ISBN 978-65-5866-378-2. DOI: https://doi.org/10.36229/978-65-5866-378-2.

[22] SOUZA , L. C. F. de. Integração de robótica no ensino de Ciências na Amazônia : processo de construção de um produto educacional como estratégia inovadora. Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, Brasil, v. 11, n. jan./dez., p. e250025, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.31417/educitec.v11.2500. Acesso em: 6 nov. 2025.

CAPÍTULO

11 Desafios da prática (técnica e acadêmica) da robótica em um curso de capacitação

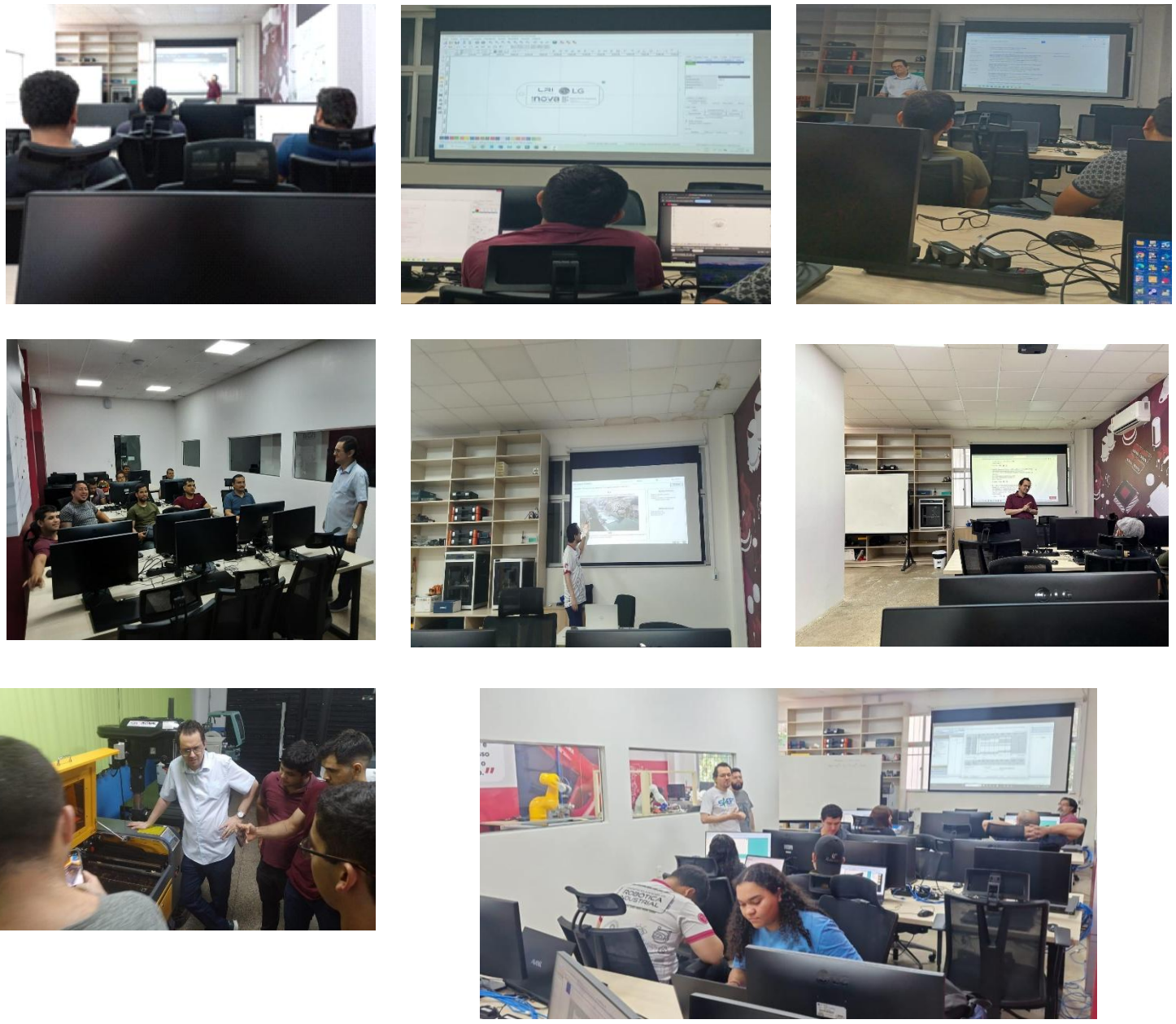
Vitor Bremgartner da Frota[1], Anderson Gadelha Fontoura[2]

Ao nos depararmos com as demandas impostas pelo século XXI no contexto da Indústria 4.0 e considerando o ambiente amazônico do qual está inserido o Polo Industrial de Manaus e o Polo de Inovação do IFAM (INOVA/IFAM), onde este curso de Robótica Industrial foi aplicado, desafios robóticos foram passados para as equipes de alunos, com o intuito de que os alunos entregassem algum Produto Mínimo Viável (do inglês, MVP, *Minimum Viable Product*), demonstrando também que os alunos adquiriram tanto *hard* quanto *soft skills* no decorrer do curso (Bremgartner, 2024).

Após o encerramento de cada uma das disciplinas, nesta versão do projeto ocorreram dias para aula de orientações aos alunos. O professor orientador Vitor Bremgartner da Frota apresentou aos alunos sobre bases de busca de artigos, além de congressos científicos que servem para embasamento teórico-científico diante dos projetos robóticos a serem desenvolvidos. O orientador também ministrou oficinas sobre corte a laser via máquinas com Comando Numérico Computadorizado (CNC). A Figura 11.1 apresenta evidências de aula de orientação aos alunos. O orientador também esteve acompanhando os 6 times, 3 times da Turma 1 e 3 times da Turma 2, onde seguiu acompanhando os times no progresso e no desenvolvimento das soluções dos desafios a serem entregues para cada equipe. Porém, nos 3 meses finais do projeto, um outro orientador esteve nas atividades de orientação de projetos, o professor Anderson Gadelha Fontoura Este orientador atuou tutorando os times do turno Matutino, enquanto que o professor Vitor continuou tutorando os times do turno Noturno. Tal decisão de adicionar um outro orientador levou em conta maior conveniência quanto ao acompanhamento e disponibilidade de horário dos orientadores e alunos no projeto como um todo, visto que a etapa final das entregas dos MVPs demandam maior atenção por parte dos alunos.

[1] Doutor em Informática. Orientador de alunos do Curso Capacitação Avançada em Robótica Industrial. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFAM. E-mail: *vitorbref@ifam.edu.br*
[2] Mestre em Ciência da Computação. Orientador de alunos. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM). E-mail: *anderson.fontoura@ifam.edu.br*

Figura 11.1 Registro de orientações aos alunos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os desafios foram repassados aos alunos e foram divididos para cada time, em comum acordo, sendo cada time formado pela composição apresentada no Quadro 11.1 a seguir. É possível observar que a maioria dos alunos por parte do turno Matutino eram compostos de alunos de Graduação, enquanto os alunos do turno Noturno em sua maioria eram técnicos em áreas correlatas com a Robótica, sendo alguns inclusive colaboradores da empresa LG Electronics.

Quadro 11.1 Composição dos 6 times dos 2 turnos, com desafio associado.

TIMES	TURNO	DESAFIO	ALUNOS
1	NOTURNO (5 alunos)	Missing mount motor screw fastening (Defeito montagem do parafuso de fixação de motor)	· Alexsander Alves dos Santos · Andrew Costa Pereira · Arleson Bruno Gama Pinto · Benedito Sávio Ferreira Lobato · Izaquias Silva de Paula
2	NOTURNO (4 alunos)	SMD – AI Solder Inspect	· Cristiano Marcolino Nascimento · Cristiano da Silva de Brito · Fabian Carvalho Cavalcante · Marlison de Melo Rodrigues
3	NOTURNO (5 alunos)	Matching Box barcode System (Sistema de dupla leitura de código de barras)	· Pedro Queiroz Gonçalves Filho · Ricardo Feijó Bandeira · Wandy da Silva Moura · Wilmmer Bremmer da Silva Souza
4	MATUTINO (5 ALUNOS)	Improvement of detective expander operation (Falha na aleta/curva do trocador de calor)	· Fernando Pacheco · Gabriel Almeida · Paulo Henrique · Lawany Souza · Luzmarina Siqueira
5	MATUTINO (5 ALUNOS)	Auto Label Adjust (Ajuste automático de processo de leitura de etiqueta)	· Fábio André · Brenda Lima · Luís Gustavo · Helmer Araújo · Henrique da Rocha
6	MATUTINO (5 ALUNOS	Installation of vision inspection equipament for outdoor unit appearance	· Edinaldo Falcão da Silva Júnior · Thaís Oliveira de Melo · Roberto Peres Junior · Jander Flan Fonseca Moraes · Marlei de Souza Xavier

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A respeito de cada desafio, estes foram numerados de acordo com o Quadro 11.1, com o mesmo número do time. Os detalhes de cada desafio podem ser vistos, respectivamente, nos capítulos IV a IX.

Orientando os alunos quanto aos desafios

Ao longo do desenvolvimento das soluções, também ocorreram momentos de defesas prévias do andamento do projeto. Nos dias 18 de setembro (turno Noturno) e 19 de setembro (turno Matutino), os times apresentaram para bancas compostas por instrutores, os orientadores, pesquisadores e outros participantes do Projeto de Capacitação a fase de Imersão dos desafios propostos, segundo a metodologia de Design Thinking. Cada time tinha cerca de 10 minutos para apresentar seu desafio, em um formato de pitch. A Figura 11.2 apresenta as equipes realizando seus pitches para as bancas, além de arguições dos membros das bancas.

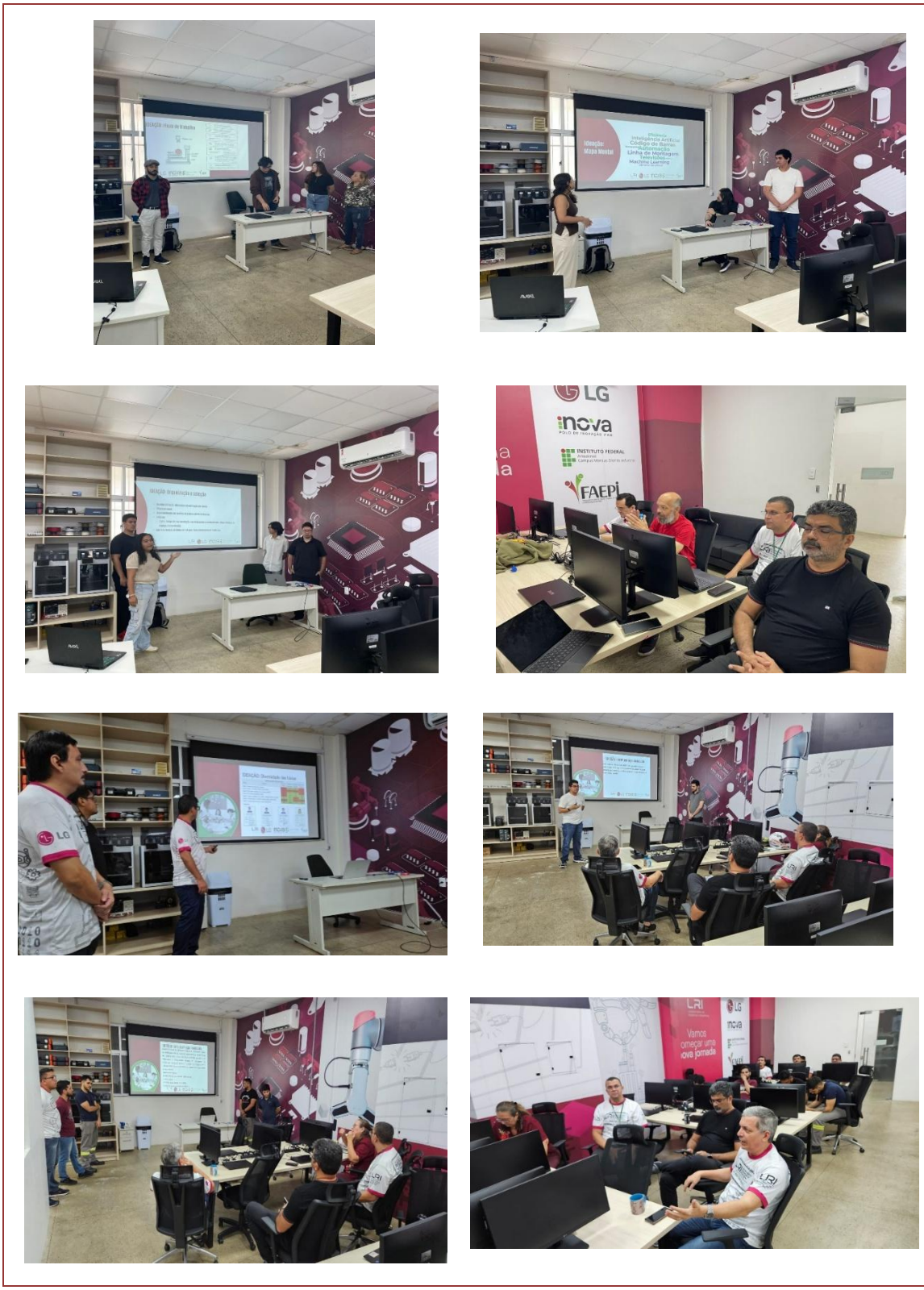
Figura 11.2 Times realizando pitches: imersão com arguições das bancas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

É importante ressaltar que todas as disciplinas dos alunos finalizaram nos dias 26 de setembro e 1º de outubro, para as turmas dos turnos Noturno e Matutino, respectivamente. Com isso, os alunos passaram a atuar somente nos desafios, dentro da jornada hands-on. A próxima etapa foi a ideação, em que na Figura 11.3 vemos as apresentações dos times, juntamente com arguições da banca. A data do pitch da ideação foi no dia 10 de outubro. Cada time teve um tempo de 7 minutos para apresentar sua

ideação. A Figura 11.3 mostra os times apresentando seus pitches na etapa de ideação, com as bancas de professores avaliadores. Percebemos uma maior maturidade dos alunos nesta segunda etapa.

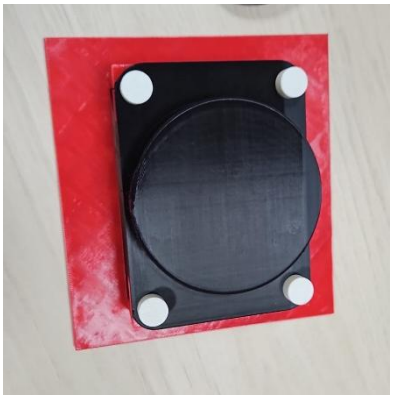
Figura 11.3. Times realizando pitches: fase de ideação com arguições das bancas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Após esta etapa de ideação, iniciamos a fase de prototipação. Nesta etapa, cada equipe realizou o desenvolvimento da solução em si, o MVP, de acordo com seu desafio pertinente. Em conversas com os orientadores e equipes, estabelecemos um cronograma das etapas de desenvolvimento do protótipo, onde nos dias 12 e 26 de novembro, os alunos mostrariam as prévias das soluções em formato de pitches, com uma banca composta em sua maioria pelos mesmos membros das etapas de imersão e ideação. A Figura 11.4 apresenta equipes realizando montagens, jigs de testes, implementações de sistemas, impressões 3D, entre outros itens necessários para a execução da solução do desafio, ao longo do mês de outubro e no início de novembro de 2025.

Figura 11.4. Times desenvolvendo suas soluções para os desafios propostos.



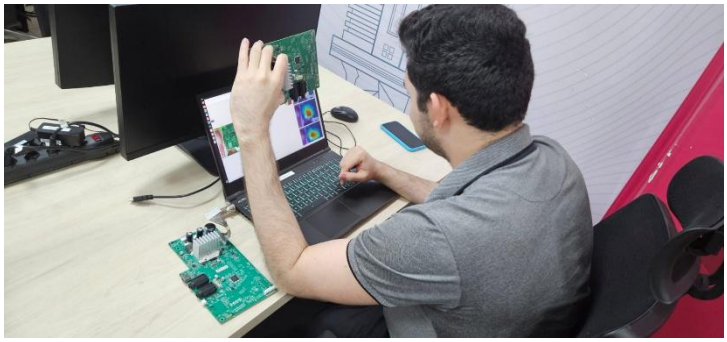
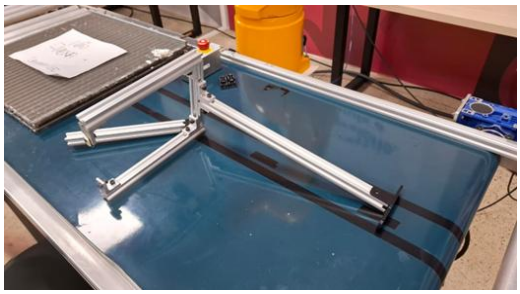
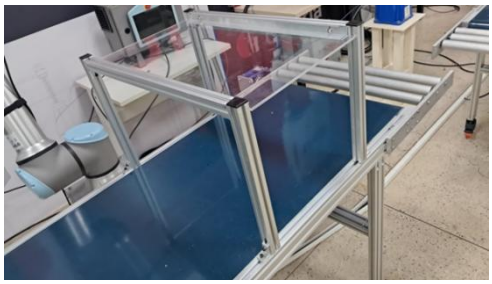
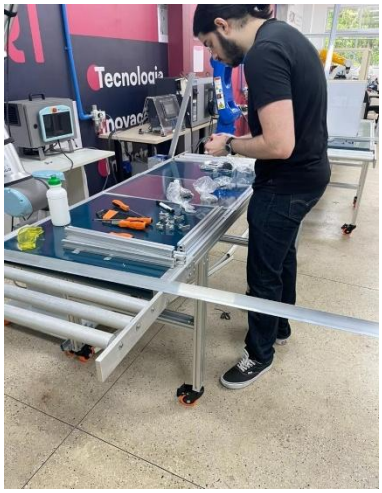


Figura 11.4. Times desenvolvendo suas soluções para os desafios propostos. (continuação)



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

No dia da apresentação da primeira prévia, 12 de novembro, todos os times, dos 2 turnos, realizaram seus pitches, bem como apresentaram as montagens físicas feitas dos jigs no ambiente do LRI, evidenciando sua primeira versão da fase de prototipação. Os alunos receberam recomendações de melhorias por parte da banca, bem como elogiaram os progressos de cada equipe. A Figura 11.5 mostra um conjunto de fotos destas apresentações realizadas, bem como arguições da banca. Os orientadores estiveram presentes com seus alunos em suas demonstrações.

Figura 11.5. Times dos dois turnos (Matutino e Noturno) realizando pitches: prototipação 1º etapa, no dia 12 de novembro de 2025, com observações da banca e demonstrações in loco do andamento do desenvolvimento das soluções dos desafios.

Figura 11.5. Times dos dois turnos (Matutino e Noturno) realizando pitches: prototipação 1º etapa, no dia 12 de novembro de 2025, com observações da banca e demonstrações in loco do andamento do desenvolvimento das soluções dos desafios. (continuação)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em seguida, os times continuaram seus desenvolvimentos dos MVPs até chegar o dia da apresentação de 26 de novembro. No processo de desenvolvimento das soluções dos desafios propostos, os alunos utilizaram os conteúdos vistos nas disciplinas, além de integrar as tecnologias vistas: impressão 3D, visão computacional, programação para dispositivos robóticos, IHM, CLP, entre outros. Dessa forma, percebemos que o desafio proposto e o desenvolvimento do MVP para sua solução constituem uma parte importante deste processo de capacitação, em que culmina na demonstração do aprendizado dos alunos neste curso. A Figura 11.6 apresenta os alunos de todos os times desenvolvendo as soluções para os desafios propostos, com o constante apoio dos orientadores. Percebemos que houve uma integração entre os times ao montarem seus jigs (ambientes de testes) nas esteiras dos robôs. Como tínhamos 4 esteiras e 6 times, 2 destas esteiras foram compartilhadas entre 2 times, onde os alunos trocavam o setup (as configurações dos ambientes) antes da execução de seus testes, em comum acordo. Aqui, percebemos as habilidades de soft skills sendo aplicadas, além das hard skills aprendidas no curso.

Figura 11.6. Times dos dois turnos (Matutino e Noturno) realizando o desenvolvimento das soluções dos desafios propostos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Por sua vez, a Figura 11.7 apresenta os alunos realizando os pitches no dia 26 de novembro de 2025. A banca percebeu uma maior evolução e um maior nível de amadurecimento dos alunos. Os orientadores estavam presentes nas defesas dos times por eles orientados.

Figura 11.7. Times dos dois turnos (Matutino e Noturno) realizando pitches: prototipação 2º etapa, no dia 26 de novembro de 2025.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em seguida, os alunos realizaram os ajustes finais de seus sistemas para as soluções dos desafios até finalizarem. Como comentários finais, pela percepção do orientador Vitor Bremgartner nesta Capacitação, que é um dos autores deste capítulo, foi observado que orientar alunos de diferentes perfis, principalmente do turno Noturno, que possui uma característica mais técnico-profissional, constituiu-se em um grande desafio. Aliar conhecimentos técnicos já predefinidos dos alunos com a prática hands-on do Design Thinking foi uma experiência de fato inovadora dentre as atividades de orientação, permitindo um pensamento mais crítico por parte dos alunos. A persistência e criatividade das equipes, bem como o esforço da equipe gestora, dos professores parceiros e dos orientadores de alunos, foram fundamentais para os alunos concluírem o curso, não somente as disciplinas, mas também os desafios propostos para os 6 times. Dessa forma, o IFAM se consolida como Instituição comprometida com a Formação Profissional e Tecnológica dos estudantes.

REFERÊNCIAS

[1] ALMULLA, M. A. (2020). The Effectiveness of the Project-Based Learning (PBL) Approach as a Way to Engage Students in Learning. SAGE Open, 10(3). https://doi.org/10.1177/2158244020938702 (Original work published 2020), 2020.

[2] AMAZONAS. Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Robótica educacional e educação tecnológica na Amazônia. [S. l.]: UGPE, 15 abr. 2025. Disponível em: https://www.ugpe.am.gov.br/governo-do-amazonas-vai-implantar-programa-de-robotica-nas-escolas-de-comunidades-ribeirinhas-e-indigenas/. Acesso em: 28 out. 2025.

[3] BREMGARTNER, V.; NASCIMENTO, J. F. de L.; QUEIROZ NETO, J. P. de; RODRIGUES, M.; FONTOURA, A. G.; NASCIMENTO, C.; CARVALHO, D.; GOUVEA, N. Uma estratégia de tutoria em Capacitação Avançada em Robótica Industrial pela metodologia hands-on e Aprendizagem Baseada em Projetos. Caderno Pedagógico, [S. l.], v. 22, n. 12, p. e21206, 2025. DOI: 10.54033/cadpedv22n12-348. Disponível em: https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/21206. Acesso em: 6 nov. 2025.

[4] BREMGARTNER, Vitor. Robótica avançada como contribuição para o desenvolvimento da Amazônia. In: BREMGARTNER, Vitor; NATIVIDADE, Julieuza de Souza; ROCHA, Joelmir Martins da (org.). *Capacitação avançada em robótica industrial: pessoas, metodologias e desafios.* Belo Horizonte: Editora Poisson, 2024, p. 96-119. DOI: 10.36229/978-65-5866-383-6.CAP.11.

[5] BREMGARTNER, V. et al. WIP: Educational robotics through interdisciplinary project-based learning in the training of teachers and students in professional and technological education. In: IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2024. Proceedings… IEEE, 2024. p. 1–8.

[6] BREMGARTNER, V.; FERNANDES, P.; SOUSA, J.; SOUZA, J. C. Aprendizagem baseada em projetos aplicada a cursos de formação inicial e continuada em Cultura Maker. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 1943–1957, 2022. DOI: 10.21723/riaee.v17i3.16409

[7] BREMGARTNER, V.; NATIVIDADE, J.; ROCHA, J. (org.). Capacitação avançada em robótica industrial: pessoas, metodologias e desafios. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2024. ISBN 978-65-5866-383-6. DOI: https://doi.org/10.36229/978-65-5866-383-6.

[8] BRENNER, W., UEBERNICKEL, F. Design Thinking for Innovation: Research and Practice. Springer Cham. p. 219, ISBN 978-3-319-26098-3, 2016.

[9] CARVALHO, E. H. L. de. Tecnologias disruptivas e inovação: levando a robótica para a Amazônia. *In:* Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, v. 35, n. 1, p. 1–8, 2024. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/ideia/article/download/36289/36076/. Acesso em: 28 out. 2025

[10] CHENG, Y. W., SUN, P. C., & CHEN, N. S. The essential applications of educational robot: Requirement analysis from the perspectives of experts, researchers and instructors. Computers & Education, 126, 399-416, 2018.

[11] CHIANG, Y. H. V., CHENG, Y. W., & CHEN, N. S. Improving language learning activity design through identifying learning difficulties in a platform using educational robots and IoT-based tangible objects. Educational Technology & Society, 26(3), 84-100, 2023.

[12] DE LA TORRE-NECHES, B., RUBIA-AVI, M., APARICIO-HERGUEDAS, J.L. et al. Project-based learning: an analysis of cooperation and evaluation as the axes of its dynamic. Humanit Soc Sci Commun 7, 167, 2020. https://doi.org/10.1057/s41599-020-00663-z.

[13] LEI, M., CLEMENTE, I. M., & HU, Y. Student in the shell: The robotic body and student engagement. Computers & Education, 130, 59-80, 2019.

[14] LIANG, J. C., & HWANG, G. J. A robot-based digital storytelling approach to enhancing EFL learners' multimodal storytelling ability and narrative engagement. Computers & Education, 201, 104827, 2023.

[15] MACIEL, Nelson Renato Alfaia; CORDEIRO, Leonardo Zenha. A robótica como meio de ensino na Amazônia ribeirinha. *Revista FT*, v. 29, n. 141, p. 67-?, dez. 2024. Disponível em: https://revistaft.com.br/a-robotica-como-meio-de-ensino-na-amazonia-ribeirinha/. Acesso em: 28 out. 2025.

[16] MARINHO, D. de S. Robot solution: Um kit para o estímulo de competências do pensamento computacional. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino Tecnológico) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM).

[17] PANKE, S. Design Thinking in Education: Perspectives, Opportunities and Challenges. Open Education Studies, vol. 1, no. 1, pp. 281-306, 2019. https://doi.org/10.1515/edu-2019-0022

[18] QUEIROZ-NETO, J. P.; GOUVEA, N. A.; SOUSA, J. M. de; PEREIRA, M. S. Advanced training in industrial robotics using project-based learning and design thinking in a partnership between the university and industry. In: IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2023. Proceedings… IEEE, 2023. p. 1–8. DOI: 10.1109/FIE58773.2023.10342896.

[19] QUEIROZ-NETO, J. P.; FARIAS, M. S. F. de; CHAGAS, E. L. T. Project Based Learning e Design Thinking em um projeto de intercâmbio. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 16, n. 3, p. 1791–1806, 2021. DOI: 10.21723/riaee.v16i3.14557.

[20] QUEIROZ-NETO, J. P.; RODRIGUES, M. A. S.; PEREIRA, M. S.; GOUVEA, N. A. Integrating Project-Based Learning and Design Thinking: An innovative approach to enhancing hard and soft skills in industrial robotics education. In: IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2024. Proceedings… IEEE, 2024. p. 1–8.

[21] SETOR DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (SECTET). Final do 1º Desafio Amazônico de Robótica será realizada em Belém. Belém, 20 jun. 2025. Disponível em: https://www.sectet.pa.gov.br/not%C3%ADcias/final-do-1%C2%BA-desafio-amaz%C3%B4nico-de-rob%C3%B3tica-ser%C3%A1-realizada-em-bel%C3%A9m-com-projetos-sobre. Acesso em: 28 out. 2025.

[22] SOUSA, J.; QUEIROZ NETO, J. P.; LACERDA JUNIOR, J. C. (org.). Capacitação avançada em robótica industrial: ferramentas acadêmicas para soluções industriais. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2024. 1 recurso online (PDF). ISBN 978-65-5866-378-2. DOI: https://doi.org/10.36229/978-65-5866-378-2.

[23] SOUZA , L. C. F. de. Integração de robótica no ensino de Ciências na Amazônia : processo de construção de um produto educacional como estratégia inovadora. Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, Brasil, v. 11, n. jan./dez., p. e250025, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.31417/educitec.v11.2500. Acesso em: 6 nov. 2025.

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

LRI

LABORATÓRIO DE
ROBÓTICA INDUSTRIAL